

Aus der Klinik und Poliklinik
für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Direktor: Prof. Dr. Dr. Michael Ehrenfeld

Retrospektive Untersuchung von Komplikationen nach Unterkieferfrakturen
unter besonderer Berücksichtigung der Infektionen im Frakturbereich
an insgesamt 324 Patienten der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und
Gesichtschirurgie der LMU München von 2003 bis 2007

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnmedizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Franziska Laura Kappler, geb. Barth

aus
München

2019

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. M. Ehrenfeld

Mitberichterstatter: PD Dr. Maximilian Reiter
Prof. Dr. Martin Canis

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. med. Dr. med. dent. S. Schiel

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung: 15.04.2019

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
1.1	Epidemiologie	5
1.2	Unterkieferfrakturen	6
1.2.1	Klinik von Unterkieferfrakturen	6
1.2.2	Diagnostik	7
1.2.3	Lokalisation von Unterkieferfrakturen	7
1.2.4	Einteilung der Kiefergelenkfrakturen	11
1.3	Therapie von Unterkieferfrakturen	14
1.3.1	Nicht operative Therapie von Unterkieferfrakturen	15
1.3.2	Operative Therapie von Unterkieferfrakturen.....	16
1.3.3	Therapie der Kiefergelenkwalzen- und Kiefergelenkfortsatzfrakturen	19
1.4	Osteosyntheseverfahren bei Unterkieferfrakturen	22
1.4.1	Biomechanik der Mandibula	22
1.4.2	Die unterschiedlichen Osteosynthesysteme zur Versorgung von Unterkieferfrakturen	24
1.5	Osteosynthesematerialien.....	31
1.5.1	Metallische Osteosynthesematerialien	31
1.5.2	Biodegradierbare Polymere als Osteosynthesematerialien	32
1.6	Komplikationen bei der Versorgung von Unterkieferfrakturen.....	32
1.6.1	Nervenläsionen	33
1.6.2	Pseudarthrosen.....	34
1.6.3	Gelockertes oder frakturiertes Osteosynthesematerial	35
1.6.4	Okklusionsstörungen.....	35
1.6.5	Infektionen im Frakturbereich	35
1.6.6	Sonstige Komplikationen.....	37
1.7	Fragestellung der Arbeit.....	37
2	Patienten und Methoden.....	38
2.1	Grundlagen	38
2.2	Auswertung	39
3	Ergebnisse	42
3.1	Patienten.....	42
3.1.1	Geschlechterverteilung der Patienten.....	42
3.1.2	Altersverteilung der Patienten	42
3.1.3	Frakturanzahl der Patienten	43

3.1.4	Frakturlokalisationen der Unterkieferfrakturen	44
3.1.5	Zähne im Bruchspalt bei den Unterkieferfrakturen.....	45
3.1.6	Dislokationsgrad der Unterkieferfrakturen und Trümmerfrakturen.....	45
3.1.7	Therapievarianten der Unterkieferfrakturen	46
3.2	Patienten mit Komplikationen	49
3.2.1	Komplikationsarten.....	49
3.2.2	Geschlechterverteilung der Patienten mit Komplikationen.....	51
3.2.3	Altersverteilung der Patienten mit Komplikationen.....	52
3.2.4	Frakturanzahl der Patienten mit Komplikationen	53
3.2.5	Frakturlokalisationen der Frakturen mit Komplikationen	55
3.2.6	Therapievarianten und Dislokationsgrad der Frakturen mit Komplikationen.....	57
3.3	Patienten mit Infektion im Frakturbereich	62
3.3.1	Geschlechterverteilung der Patienten mit Infektion im Frakturbereich	63
3.3.2	Altersverteilung der Patienten mit Infektion im Frakturbereich	64
3.3.3	Frakturanzahl der Patienten mit Infektion im Frakturbereich.....	64
3.3.4	Frakturlokalisationen der Frakturen mit Infektion im Frakturbereich	66
3.3.5	Zähne im Bruchspalt bei den Frakturen mit Infektion im Frakturbereich	68
3.3.6	Primäre Therapie und Dislokationsgrad der Frakturen mit Infektion im Frakturbereich	70
3.3.7	Individuelle Betrachtung der Patienten mit Infektion im Frakturbereich	73
4	Diskussion	91
5	Zusammenfassung	105
6	Literaturverzeichnis	110
7	Tabellenverzeichnis	125
8	Abbildungsverzeichnis	126
9	Abkürzungsverzeichnis.....	129
10	Danksagung	130

1 Einleitung

1.1 Epidemiologie

Unterkieferfrakturen sind aufgrund der Exposition des Unterkiefers im Gesichtsschädelbereich einer der häufigsten Brüche (Hausamen und Schierle, 2000). Sie entstehen durch direkte oder indirekte Krafteinwirkung auf den Unterkiefer in Folge von Rohheitsdelikten (z. B. Faustschlägen), Verkehrsunfällen, Arbeitsunfällen, Stürzen, Sport- und Spielunfällen, Schuss- und Explosionsunfällen. 65-70% der Gesichtsschädelverletzungen beinhalten eine Unterkieferfraktur, in 50 % der Fälle ist alleine der Unterkiefer betroffen (Siewert, 2006). Als Hauptursache werden je nach Studie entweder Rohheitsdelikte oder Verkehrsunfälle angegeben. In einer im Jahre 2007 veröffentlichten Studie von Depprich und Mitarbeitern (Depprich et al., 2007) wurde die Hauptursache von Unterkieferfrakturen in tätlichen Auseinandersetzungen gesehen (38,6%). Sturzunfälle machten dabei einen Anteil von 27,3% aus, während Verkehrsunfälle (exklusive Fahrradstürze) mit 10,2% und Fahrradstürze mit 9,5% deutlich seltener anzutreffen waren. Diese Tendenz bestätigten Lee und Mitarbeiter (Lee et al., 2007) und Kontio und Mitarbeiter (Kontio et al., 2005) in ihrer jeweiligen Studie. Bei beiden Studien wurden aber alle Gesichtsfrakturen mit einbezogen, also zusätzlich zu den Unterkieferfrakturen Frakturen des Mittelgesichts und des Nasenskeletts. Dagegen stellten Bohrmann und Mitarbeiter fest (Bormann et al., 2009), dass Verkehrsunfälle mit 32% die Hauptursache für Unterkieferfrakturen ausmachten, gefolgt von Rohheitsdelikten (28%), Sturzunfällen (16%), Sportunfällen (10%) und pathologischen Frakturen (4%). Iida und Mitarbeiter bestätigten das in ihrer Studie (Iida et al., 2001). Betrachtet man nun im Vergleich dazu die polizeiliche Kriminalstatistik von 2003-2017 in Bezug auf gefährliche und schwere Körperverletzung, ist in den letzten 15 Jahren ein Anstieg von 3,4% von 132.615 auf 137.058 Fälle zu erkennen (Bundeskriminalamt, 2018, Bundeskriminalamt, 2003). Im Vergleich dazu zeigt sich ein Rückgang der Fallzahlen bei den Verkehrsunfällen mit Personenschaden (inklusive Fahrradfahrern und Fußgängern). 2017 wurden 16,1% weniger Verletzte bei Verkehrsunfällen erfasst (393.492 Fälle) als 2003 (468.783 Fälle) (Statistisches_Bundesamt, 2018). Das lässt die Annahme zu, dass die Zahl der Unterkieferfrakturen, die durch Rohheitsdelikte verursacht werden, in Deutschland steigen dürfte, während die Rate der durch Verkehrsunfälle

verursachten Frakturen eher abnehmen dürfte. Aktuelle Studien liegen dazu nicht vor.

1.2 Unterkieferfrakturen

1.2.1 Klinik von Unterkieferfrakturen

Klinisch erfolgt eine Unterteilung in sichere und unsichere Frakturzeichen. Bei Nachweis von einem oder mehreren sicheren Frakturzeichen gilt eine Unterkieferfraktur bei dazu passender Anamnese als bewiesen. Sichere Frakturzeichen liegen vor bei sicht- oder tastbarer Dislokation in zahntragenden oder nicht zahntragenden Kieferabschnitten, bei sichtbaren Frakturenden, bei abnormer Beweglichkeit des Knochens und bei Krepitation, also bei Knochenreiben. Dieses entsteht, wenn die Frakturenden mit Fragmentkontakt gegeneinander verschoben werden können und ist häufig äußerst schmerzhaft. Aus diesem Grund wird das Auslösen einer Krepitation zum Nachweis einer Fraktur als obsolet betrachtet. Bei Vorliegen unsicherer Frakturzeichen ist eine Unterkieferfraktur möglich, aber noch nicht sicher nachgewiesen. Unsichere Frakturzeichen sind Okklusionsstörungen, Hämatombildung bei geschlossenen Frakturen, Schwellung, Missempfindung im Versorgungsbereich des N. alveolaris inferior, Gingivawunden und Blutungen bei offenen Frakturen, Funktionsstörungen (z. B. Kieferklemme, Kiefersperre oder Deviation), Schmerzen unter Funktion, Stauchungsschmerz bei Kinndruck und gelockerte Zähne (Austermann, 2002, Hölzle und Kesting, 2007).

Eine Sonderstellung nehmen die Frakturen im Bereich des Kiefergelenks ein. Klinisch äußern sich alle Kiefergelenkfrakturen ähnlich. Es können Druck- und Stauchungsschmerz, eine Kieferklemme und eine präaurikuläre Schwellung der Kiefergelenkregion auftreten. Ist der aufsteigende Ast durch Dislokation des Gelenkköpfchens verkürzt, kann der Unterkiefer bei einseitiger Gelenkfraktur zur betroffenen Seite und bei doppelter Gelenkfraktur nach dorsal abweichen. Dadurch kommt es zwangsweise zu Okklusionsstörungen. Bei einseitiger Gelenkfraktur resultiert dann auf der ipsilateralen Seite ein Kreuzbiss und auf der kontralateralen Seite ein seitlich offener Biss. Sind beide Seiten betroffen, disloziert und verkürzt, kommt es aufgrund des Verlustes der vertikalen Dimension zu einem frontal offenen Biss mit Rücklage des Unterkiefers. Blutungen aus dem Ohr können ein Hinweis auf eine Fraktur der Schädelbasis sein oder eine Verletzung des äußeren Gehörgangs anzeigen (Ernst et al., 2004, Austermann, 2002).

1.2.2 Diagnostik

Bei Verdacht auf eine Unterkieferfraktur ist immer eine röntgenologische Untersuchung angezeigt. Wird eine konventionelle Röntgendiagnostik durchgeführt, sind mindestens zwei Aufnahmen in zueinander senkrechten Ebenen zur Fraktursicherung erforderlich. Meist wird für eine erste übersichtliche Darstellung ein Orthopantomogramm (OPT) angefertigt, mit dem bereits die meisten Frakturen diagnostiziert werden können. Um eine Dislokation der Fragmente sicher diagnostizieren oder ausschließen zu können, ist eine Aufnahme in einer zweiten Ebene erforderlich, z. B. eine okzipito-frontale Aufnahme (nach Clementschitsch, p. a. 15°) (Neff et al., 2007). Zur bildgebenden Frakturdiagnostik werden heutzutage zunehmend die Computertomographie (CT) und die Digitale Volumentomographie (DVT) eingesetzt, welche eine dreidimensionale Darstellung des Unterkiefers ermöglichen. Die CT erzeugt hochauflösende Schnittbilder, die überlagerungsfrei dargestellt werden. Dies wird mithilfe einer axialen, koronaren und sagittalen Schnittführung erreicht. Aus den axialen Schnittebenen können koronare und sagittale Ebenen rekonstruiert werden. Spezielle Rechenprogramme ermöglichen maßstabgetreue dreidimensionale Rekonstruktionen (Jäger und Reiser, 2000, Naeem et al., 2017). Normalerweise erfolgt die Diagnostik von Unterkieferfrakturen primär in der axialen Schichtung, wobei die koronare und sagittale Schichtung dann für eine exakte Diagnosestellung hinzugezogen werden (Ernst et al., 2004). Das DVT bietet den Vorteil, dass gegenüber der CT eine Strahlenreduktion erreicht wird (Watzek et al., 2009). Da CT und DVT den Frakturbereich in mehreren Ebenen darstellen und somit auch die Festlegung des Therapiekonzepts erleichtern, stellen sie das präziseste Verfahren bei der Diagnose von Unterkieferfrakturen dar und somit auch das Mittel der Wahl zur Bildgebung bei Verdacht auf eine Unterkieferfraktur (Schiel et al., 2012, Barry, 2018, Naeem et al., 2017). Die Magnetresonanztomographie kann bei Weichteilverletzungen (v. a. bei Verletzungen des Discus articularis) in Kombination mit Gelenkhals und Gelenkwalzenfrakturen als zusätzliche Bildgebung herangezogen werden (Naeem et al., 2017).

1.2.3 Lokalisation von Unterkieferfrakturen

1.2.3.1 Median-, Paramedian- und Korpusfrakturen

Unterkieferfrakturen innerhalb der Zahnreihe werden in Median-, Paramedian- und Korpusfrakturen unterschieden. Als Paramedianfrakturen werden Frakturen

bezeichnet, bei denen die Frakturlinie zwischen der Medianregion und der Eckzahnregion liegt (Hölzle und Kesting, 2007). Ist der Frakturspalt in der Unterkiefermitte gelegen, benennt man die Fraktur als Medianfraktur, weiter distal als Korpusfraktur.

Prädilektionsstellen von Unterkieferfrakturen innerhalb der Zahnreihe sind die Eckzahnregion aufgrund der längeren Wurzeln der Eckzähne und einer dadurch verminderten Knochenhöhe in diesem Bereich und der Bereich um das Foramen mentale mit einem verminderten Knochenangebot (Hölzle und Kesting, 2007, Schiel et al., 2012). Die Lokalisationen einer Median- und einer Korpusfraktur sind in Abbildung 1 und in Abbildung 2 dargestellt.

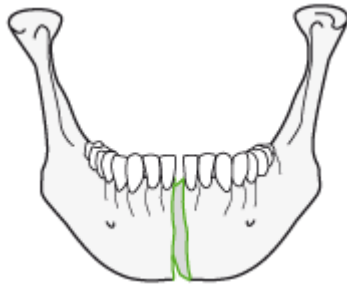


Abbildung 1: Medianfraktur der Mandibula (Cienfuegos et al., 2011g)

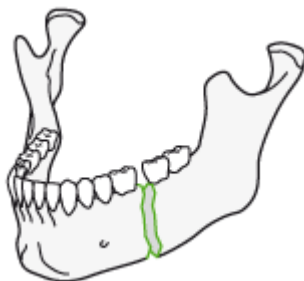


Abbildung 2: Unterkieferkorpusfraktur (Cienfuegos et al., 2011c)

1.2.3.2 Lokalisation von Kieferwinkelfrakturen

Die Lokalisation von Kieferwinkelfrakturen ist in Abbildung 3 gezeigt. Eine Prädilektionsstelle für Kieferwinkelfrakturen ist ein vermindertes Knochenangebot bei retinierten Weisheitszähnen (Hölzle und Kesting, 2007).

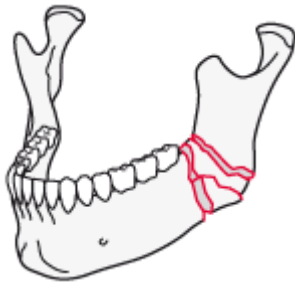


Abbildung 3: Kieferwinkelfraktur der Mandibula (Cienfuegos et al., 2011b)

1.2.3.3 Lokalisation von Unterkieferast- und Processus coronoideus-Frakturen

Unterkieferastfrakturen befinden sich zwischen der Kieferwinkelregion und der Gelenkfortsatzregion. Sie können als Quer-, Schräg- und Längsfrakturen vorliegen. Bei einer Längsfraktur befindet sich die Frakturlinie zwischen der Incisura semilunaris und der äußeren Kieferwinkelregion.

Frakturen des Proc. coronoideus befinden sich im Bereich des Ansatzes des M. temporalis und werden eher selten beobachtet. (Austermann, 2002).

1.2.3.4 AO-CMF-Trauma-Klassifikation von Unterkieferfrakturen

Um eine umfassendere Dokumentationsmethode im Gesichtsschädelbereich zu etablieren wurde ein neues kranio-maxillo-faziales Klassifikationssystem eingeführt. Dabei soll unter Verwendung von dreidimensionaler Bildgebung (CT oder DVT) eine noch deutlichere Einteilung der Frakturen erfolgen (Thieringer und Prein, 2017). Das Schädelskelett wird anatomisch in kleinere Untereinheiten aufgeteilt. In diesen werden die Frakturen über drei Präzisionslevel ermittelt. Eine speziell entwickelte Software (CMF-Applikation des Comprehensive Injury Automatic Classifier der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, AOCOIAC) erleichtert darüber hinaus die systematische Dokumentation der Frakturart (Cornelius et al., 2017a). Zur genauen Darstellung und anatomischen Beschreibung der Fraktur wird der Unterkiefer in Untereinheiten und Transitionszonen, wie in Abbildung 4 dargestellt, eingeteilt. Ist der Verlauf einer Frakturlinie komplett innerhalb einer Transitionszone wird die Fraktur der Subregion zugeteilt, welche posterior liegt. Wenn die Frakturlinie von ventral beziehungsweise dorsal die Transitionszone erreicht, wird die Fraktur gemäß der hauptsächlichen Lokalisation der entsprechenden Subregion zugewiesen. Geht die Frakturlinie beidseits über die Transitionszone hinaus werden

die angrenzen Subregionen beide in die Klassifizierung mit aufgenommen (Cornelius et al., 2017b).

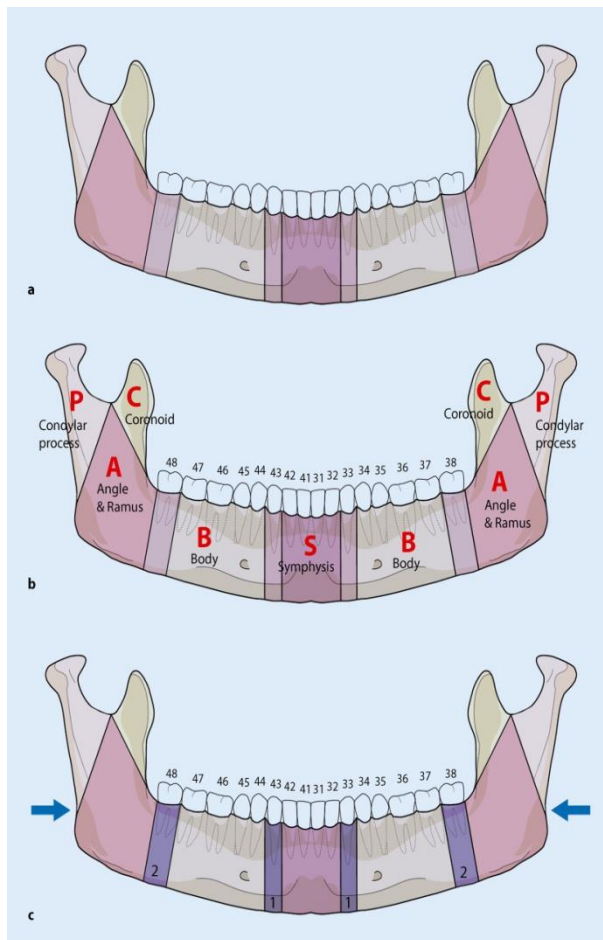


Abbildung 4: Aufteilung der Subregionen im Unterkiefer nach der AO-CMF-Trauma-Klassifikation (Cornelius et al., 2017b) von OPEN SOURCE AOCOIAC (Ao-Foundation)

a. Aufteilung in neun Untereinheiten und vier Transitionszonen b. Benennung mit Großbuchstaben zur alphanumerischen Kennzeichnung c. 1: „anterior transitional zone“; 2: „posterior transitional zone“; Pfeile: „masseteric notch“ (Cornelius et al., 2017b)

Darüber hinaus werden individuelle Patientenmerkmale erfasst, wie der Zahnstatus vor dem Trauma und ein eventuell vorhandener atrophierter Alveolarfortsatz, Zahnverletzungen oder ein parodontales Trauma, eine Alveolarfortsatzfraktur und die Frakturmorphologie (sogenannte Fragmentation). Der Fragmentationsgrad (z. B. Anzahl der Fragmente, Ausdehnung und Lokalisation dazwischenliegender Fragmente) ist dabei entscheidend für die Wahl der Osteosynthesetechnik. Die einzelnen Befunde können über die Software dokumentiert werden (Cornelius et al., 2017b).

1.2.3.5 Kiefergelenkfrakturen

Der Unterkiefergelenkfortsatz mit seinem schmal auslaufenden Hals ist der Anteil der Mandibula, der häufig von einer Fraktur betroffen ist. Diese Fraktur wird oft nicht sofort erkannt (Bonkowski et al., 2005). Kiefergelenkfrakturen machen mit etwa 30% den höchsten Anteil an Unterkieferfrakturen aus (Neff et al., 2007). Kondylus und Fossa articularis liegen unterhalb der Pars squamosa des Os temporale und sind so vor direkten Krafteinwirkungen von außen relativ gut geschützt. Kiefergelenkfrakturen sind deshalb meist indirekte translationale Frakturen. Das bedeutet, dass sie meist durch einen Schlag oder Sturz auf die Kinnregion oder den Unterkieferkörper ausgelöst werden. Die einwirkenden Kräfte werden auf das Kiefergelenk weitergeleitet. Die graziilen Gelenkstrukturen können dem nicht standhalten, was zur Fraktur des Gelenkfortsatzes oder der Gelenkwalze führt. Direkte Frakturen, die durch eine seitlich auf das Kiefergelenk einwirkende Kraft entstehen, treten eher selten auf (Austermann, 2002).

1.2.4 Einteilung der Kiefergelenkfrakturen

Bei den Unterkiefergelenkfrakturen wird eine grundsätzliche Unterscheidung zwischen Gelenkwalzenfrakturen und Gelenkhalsfrakturen vorgenommen (Loukota et al., 2005, Loukota et al., 2010, Neff et al., 1999).

Klassifikationen, die klinisch Anwendung fanden, sind im Folgenden aufgelistet: die Klassifikation nach Spiessl und Schroll (Spiessl und Schroll, 1972), die Unterteilung in Gelenkhals- und Gelenkwalzenfraktur durch Müller (Müller, 1976), die Klassifikation nach Gutwald und Schmelzeisen (Gutwald und Schmelzeisen, 2003) und das HDL-Schema nach Lindahl (Austermann, 2002, Lindahl, 1977).

Klassifikationen der Gelenkwalzenfrakturen wurden von Rasse und Mitarbeitern (Rasse et al., 1993, Rasse, 2000) und von Neff und Mitarbeitern veröffentlicht (Neff et al., 1999, Neff et al., 2002). Auf die Klassifikation von Neff und Mitarbeitern soll im Folgenden näher eingegangen werden. Die Gelenkwalzenfrakturen werden in drei Frakturtypen eingeteilt: Typ A zeigt keinen Höhenverlust des Unterkieferramus. Er schließt den medialen Bereich der Gelenkwalze bis vor den lateralen Kondylenpol ein. Der Ansatzbereich des M. pterygoideus lateralis ist teilweise disloziert. Typ B umfasst den Bereich des lateralen Kondylenpols. Die Kiefergelenkkapsel und das Lig. laterale werden meist lazeriert und der Hauptanteil des Ansatzes des M. pterygoideus lateralis ist disloziert. Typ C ist der Bereich unter dem lateralen Kapsel-Ligamentanteil. Die Kiefergelenkwalze wird komplett abgeschert. Es kommt

zur Dislokation des gesamten Ansatzbereichs des M. pterygoideus lateralis (Neff et al., 1999). Die Fraktуреinteilung ist in Abbildung 5 graphisch dargestellt.

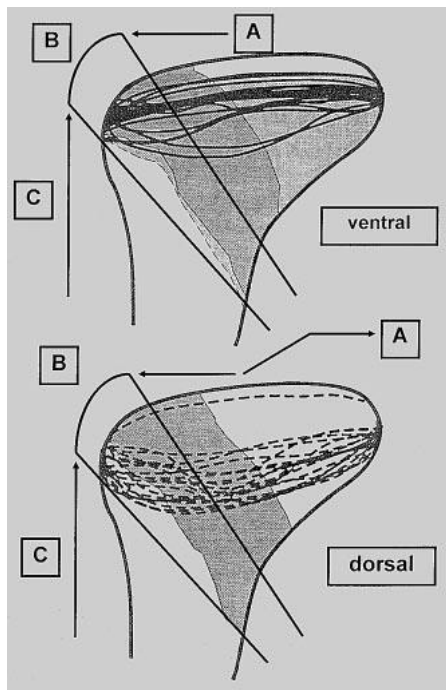


Abbildung 5: Klassifikation nach Neff et al. (Neff et al., 1999)

Die Einteilung nach Neff und Mitarbeitern erlaubt eine bessere Vergleichbarkeit von Studien zu Gelenkwalzenfrakturen, da die Frakturen in Hinblick auf Anatomie, Therapie und Prognose unterschiedlich charakterisiert sind. Frakturen mit Höhenverlust und starker Dislokation sollten operativ versorgt werden, während Frakturen ohne Höhenverlust und mit nur leichter oder ohne Dislokation nicht operativ behandelt werden sollten (Ernst et al., 2004).

Um die Klassifikationen der Kiefergelenkfrakturen zu vereinfachen, stellten Loukota und Mitarbeiter eine Unterteilung vor, bei der nach der Höhe der Fraktur unterschieden wird. Am dorsalen Rand des aufsteigenden Unterkieferastes wird eine Tangente angelegt. Auf diese wird ein Lot gefällt, das gleichzeitig durch den kaudalsten Punkt der Incisura sigmoidea definiert ist. Dadurch erfolgt die Einteilung in drei Frakturtypen: diakapituläre Frakturen (Gelenkwalzenfrakturen, verlaufen im Bereich der Kiefergelenkkapsel), Gelenkhalsfrakturen (Gelenkfortsatzfrakturen, verlaufen mehr als die Hälfte über dem gefälltten Lot) und Gelenkfortsatzbasisfrakturen (verlaufen mehr als die Hälfte unter dem gefälltten Lot) (Loukota et al., 2005).

Loukota, Neff und Rasse stellten 2010 eine modifizierte Klassifikation vor, bei der der klinische Ansatz eine größere Rolle spielt. Hier wird vor allem nach dem Höhenverlust einer Kiefergelenkfraktur unterschieden. Bei Höhenverlust des Ramus wird eine operative Reposition und Fixation empfohlen, während bei Kiefergelenkfrakturen ohne Höhenverlust eine nicht operative Therapie befürwortet wird (Loukota et al., 2010).

In Anlehnung daran hat die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) eine Unterteilung der Frakturen in Gelenkfortsatzbasis-, Gelenkhals- und Gelenkwalzenfrakturen (auch diakapituläre Frakturen) vorgenommen. Bei Gelenkfortsatzbasis- und Gelenkhalsfrakturen verläuft der Bruchspalt meist horizontal, bei Gelenkwalzenfrakturen dagegen meist sagittal. Um die Frakturen der Höhe nach einzuteilen wurden zwei Referenzlinien festgelegt. Diese werden als Tangente an die posteriore Ramuslinie angelegt. Einmal unterteilt die „Incisura-sigmoidea-Linie“ die Gelenkfrakturen in Gelenkfortsatzbasisfrakturen und Gelenkhalsfrakturen. Ist der Frakturspalt zu 50% oder mehr unter der Linie lokalisiert, liegt eine Gelenkfortsatzbasisfraktur vor. Befindet sich der Frakturspalt dagegen zu über 50% oberhalb der Linie, handelt es sich um eine Gelenkhalsfraktur. Gelenkwalzen- und Gelenkhalsfrakturen werden unterteilt, indem eine Tangente an einen Kreis angelegt wird, der den lateralen Kondylenpol beschreibt. Darüber gilt eine Fraktur als Gelenkwalzenfraktur, unterhalb der Linie dagegen als Gelenkhalsfraktur (Schiel et al., 2012). Die AO-Klassifikation wird graphisch in Abbildung 6 dargestellt.

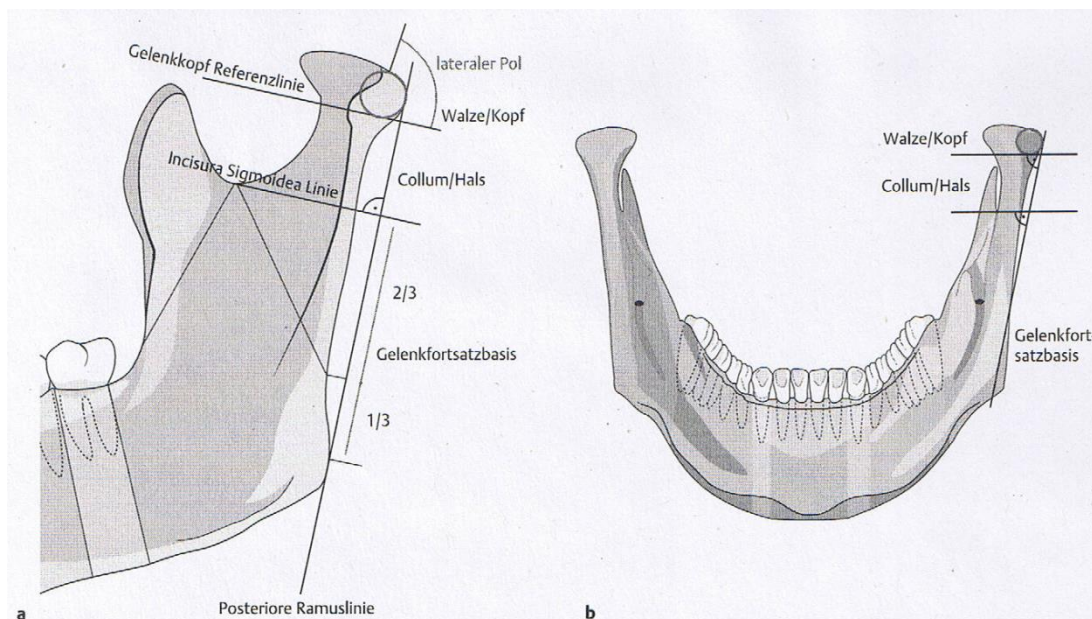


Abbildung 6: Die AO-Klassifikation von Kiefergelenkfortsatzfrakturen (Schiel et al., 2012)

Eine neue AO-CMF-Traumaklassifikation der Kiefergelenkfortsatzfrakturen von 2017 versucht aufbauend auf der vorher beschriebenen AO-Klassifikation von Gelenkfortsatzfrakturen die Nomenklatur noch weiter zu standardisieren. Dabei wird der Gelenkfortsatz ebenfalls nach dem oben genannten Schema in die drei Subregionen Gelenkkopf, Gelenkhals und Gelenkfortsatzbasis unterschieden. Im Unterschied zur bisherigen AO-Klassifikation werden die Gelenkhals- und die Gelenkfortsatzbasisfraktur dahingehend eingeteilt, dass die Fraktur zu mehr als zwei Drittel in der jeweiligen Subregion verläuft. Weiter präzisiert wird die Einteilung durch die möglichst genaue Darstellung der Frakturmorphologie und der Fragmentverlagerung in diesen drei Subregionen. Die klinisch relevanten Gesichtspunkte wie Dislokationsgrad, Höhenverlust, die ursprüngliche Kondylusposition im Bereich der Fossa, Fragmentation und die Dislokationsrichtung sind dabei besonders relevant für die Auswahl des geeigneten Zugangs und der Osteosyntheseversorgung. Die Einteilung erfolgt dabei über die radiologische Bildgebung, vorzugsweise die CT als dreidimensionale Darstellung (Neff et al., 2017).

1.3 Therapie von Unterkieferfrakturen

Bei der Auswahl der Therapieart von Unterkieferfrakturen muss je nach Lokalisation, Frakturtyp, Begleitverletzungen, Allgemeinzustand des Patienten und Gebissituation entschieden werden (Austermann, 2002, Neff et al., 2007). Als

Hauptziel gilt dabei die Wiederherstellung der ursprünglichen Okklusion (Pickrell et al., 2017).

1.3.1 Nicht operative Therapie von Unterkieferfrakturen

Die nicht operative Therapie umfasst eine Behandlung der Fraktur ohne offene Reposition und (interne) Fixation. Sie kann eine geschlossene Reposition und Retention durch mandibulo-maxilläre Fixation (MMF), also über dentale Schienenverbände (individuelle Kieferbruchschielen, Schuchardtschielen), Prothesenschielen oder MMF-Schrauben beinhalten. Diese Therapieart wird meist bei nicht oder nur leicht dislozierten und nicht luxierten Frakturen angewendet. Vor allem bei letzterem Vorgehen ist aber eine engmaschige Kontrolle der Patienten einzuhalten, um eine später mögliche Dislokation der Frakturenden frühzeitig zu erkennen (Neff et al., 2007, Austermann, 2002).

Bei der Versorgung von Frakturen innerhalb der Zahnreihe können bei bezahntem Kiefer beidseits des Bruchspalts Kieferbruchschielenverbände eingebracht werden. Eine Immobilisation kann durch eine mandibulo-maxilläre Fixation erreicht werden. Bei Erwachsenen kann eine nicht operative Versorgung der Frakturen bei nicht oder nur leicht dislozierten Frakturen mittels ausreichend langer mandibulo-maxillärer Fixation von drei bis vier Wochen erfolgen (Hölzle und Kesting, 2007). Bei Kindern beträgt die Immobilisierungszeit bis zu zwei Wochen.

Ist der Dislokationsgrad ausgeprägt oder ist auch eine größere Weichgewebeverletzung vorhanden bietet sich eine operative Reposition der Fragmente an (Austermann, 2002). Bei Kindern sollte im Falle einer dislozierten Unterkieferfraktur auch eine chirurgische Intervention erfolgen. Um die Zeit einer Immobilisation zu verkürzen und eine frühfunktionelle Therapie zu ermöglichen, kann auch bei nicht dislozierten Frakturen eine Osteosyntheseversorgung angezeigt sein (Eder et al., 2010).

Frakturen des Muskelfortsatzes (Processus coronoideus) bedürfen normalerweise keiner weiteren Therapie. Lediglich bei Vorliegen einer ausgeprägten Dislokation des Fragmentes wird eine Osteosynthese mittels Miniplatten angewandt (Hölzle und Kesting, 2007).

Ehrenfeld und Mitarbeiter verglichen in ihrer Studie die nicht operative Behandlung mittels mandibulo-maxillärer Fixation mit der operativen Versorgung mittels Kompressions- und Miniplattenosteosynthese. Dabei wurde bei den Patienten, die

nicht operativ versorgt wurden, die geringste Komplikationsrate festgestellt. Dagegen wurde bei der Gruppe, die mittels Kompressionsosteosynthese versorgt wurde, der höchste Anteil an Komplikationen diagnostiziert (Ehrenfeld et al., 1996). Schmelzeisen und Mitarbeiter bestätigten die Ergebnisse dieser Untersuchung. Bei ihrer Studie war die Komplikationsrate nach Kompressionsplattenosteosynthese ebenfalls höher als nach Miniplattenosteosynthese (Schmelzeisen et al., 1996).

1.3.2 Operative Therapie von Unterkieferfrakturen

In den meisten Fällen wird die übungsstabile Miniplattenosteosynthese mittels Titanplatten und -schrauben verwendet. Dabei werden Osteosyntheseplatten mit monokortikalen Schrauben auf der Zugseite des Unterkiefers angebracht (Austermann, 2002).

Da im Frontbereich des Unterkiefers zusätzlich Torsionskräfte auftreten, werden bei Frakturen im Bereich zwischen den Foramina mentales zwei parallel liegende Miniplatten meist über einen transoralen Zugang angebracht. Bei Frakturen distal dieses Bereiches und mesial der Kiefergelenkregion ist eine einzelne Miniplatte ausreichend. Die Zähne, die sich im Bereich des Bruchspalts befinden, können oft belassen werden, außer sie weisen fortgeschrittene Erkrankungen des marginalen und apikalen Parodontiums auf. Teilretinierte Weisheitszähne sollten nach Möglichkeit immer entfernt werden (Neff et al., 2007). Wegen der Gefahr der Dislokation und der weiteren Schwächung des Knochens sollten retinierte Zähne aber belassen werden (Hölzle und Kesting, 2007, Shetty und Freymiller, 1989).

Die Frakturlinien von Kieferwinkelfrakturen liegen außerhalb der Zahnreihe. Bei Schienung und mandibulo-maxillärer Fixation wird der Unterkiefferamus nicht zur Ruhigstellung erfasst. Somit ist eine nicht operative Therapie nur bei gering oder nicht dislozierten Frakturen anzuraten. Dies ist oft der Fall, wenn die Fraktur innerhalb der Muskelschlinge des M. masseter und M. pterygoideus medialis liegt (Neff et al., 2007). In der Regel wird aber eine operative Versorgung mit Miniplatten vorgenommen. Dabei ist eine Osteosyntheseplatte ausreichend. Befindet sich die Fraktur außerhalb der Muskelschlinge, kann das kleinere Fragment durch den Muskelzug nach kranial dislozieren. Die Osteosyntheseplatte wird an der Linea obliqua befestigt (Gear et al., 2005). Bei komplexen Frakturen wird eine zweite Osteosyntheseplatte oder eine Rekonstruktionsplatte basal angebracht (Cienfuegos et al., 2011a).

Falls der Dislokationsgrad gering ausgeprägt ist, kann bei einer Längsfraktur des Ramus mandibulae eine nicht operative Behandlung vorgenommen werden. Die Querfrakturen des Ramus, die oft mit einer Dislokation des proximalen Fragments assoziiert sind, müssen dagegen meist operativ versorgt werden (Neff et al., 2007).

Bei Frakturen des unbezahnten oder wenig bezahnten Kiefers sollte ebenfalls eine operative Versorgung mit Reposition und Osteosynthese durchgeführt werden. Durch einen geringen oder nicht vorhandenen Zahnbestand ist eine mandibulo-maxilläre Immobilisation mit an den Zähnen fixierten Schienenverbänden meist nicht möglich. Die operative Versorgungsart entscheidet sich dann je nach verbliebener Kieferkammhöhe. Ist die Knochenhöhe noch ausreichend, kann eine Miniplatte, die monokortikal befestigt wird, verwendet werden. Liegt eine Schrägflächenfraktur vor, kann auch eine Zugschraubenosteosynthese indiziert sein. Bei stark fortgeschrittener Alveolarkammatrophy wird eine Osteosyntheseversorgung mit Hilfe von funktionsstabilen Osteosyntheseplatten angestrebt. Die Osteosynthese erfolgt dann häufig über einen extraoralen Zugang, eine Rekonstruktionsplatte wird bikortikal verankert. Bei extrem ausgeprägter Atrophie des Alveolarkamms kann eine Knochenauflagerung z. B. mittels Beckenkammtransplantat nötig werden. Die Osteosyntheseplatten können bei der Frakturversorgung epiperiostal angewandt werden, um einer Periostablösung und einer damit einhergehenden schlechten Blutversorgung im Frakturbereich vorzubeugen, was aber im klinischen Alltag selten durchgeführt wird. Es ist auch nicht bewiesen, dass es dabei zu einer Ergebnisverbesserung kommt (Amaratunga, 1988, Kunz et al., 2001, Austermann, 2002, Hölzle und Kesting, 2007).

Bei den Mehrfachfrakturen des Unterkiefers ist zu beachten, dass mit einer rein nicht operativen Behandlung mittels dentaler Schienung und mandibulo-maxillärer Fixation eine anatomische Reposition und Retention der Fragmente häufig schwierig zu erreichen ist. Gelegentlich werden je nach Indikation die verschiedenen Versorgungsarten, operativ und nicht operativ, miteinander kombiniert (Austermann, 2002). Häufig tritt auch eine Kombination von Kiefergelenk- und Unterkieferkorpusfrakturen auf. Bei nicht operativer Versorgung der Gelenkfraktur sollte die Korpusfraktur immer mittels Osteosynthese behandelt werden, um möglichst früh eine Übungstherapie einleiten zu können (Neff et al., 2007). Die Ergebnisse von Ehrenfeld und Mitarbeitern bestätigen dies jedoch nicht (Ehrenfeld et al., 1996).

Trümmer- und Defektfrakturen des Unterkiefers werden durch eine umschriebene Gewalteinwirkung mit hoher Energie, wie z. B. bei Schuss- oder Explosionstraumata, ausgelöst. Dabei zeigen Trümmerfrakturen eine Trümmerzone im Frakturbereich. Bei diesen Frakturformen ist die Behandlung äußerst schwierig, da meist Weichgewebsverletzungen und Weichgewebsdefekte assoziiert sind. Außerdem müssen bei Trümmerfrakturen häufig mehrere, meist sehr kleine Knochenteile, reponiert werden. Bei einer Defektfraktur ist die Rekonstruktion der Unterkieferspange durch den eingetretenen Knochenverlust oft nicht möglich. Aus diesen Gründen ist in beiden Fällen immer eine operative Versorgung angezeigt. Bei Trümmerfrakturen werden die Frakturstellen vorsichtig dargestellt, um das intakte Periost, welches den Knochenfragmenten noch anhaftet, zu schonen. Genauso sollten durchblutete Schleimhautanteile und -brücken erhalten werden. Eine funktionsstabile Plattenosteosynthese stabilisiert den Unterkiefer und wird unabhängig von interfragmentärer Abstützung und dem Durchmesser der den Defekt überbrückenden Knochenfragmente durchgeführt. Nur in leichteren Fällen ist die Osteosynthese mit Miniplatten möglich. Ist eine ausreichende interfrägmentäre Abstützung nicht mehr gegeben, sollte eine Überbrückungsplatte verwendet werden. Hier sollte auf eine Kompressionsosteosynthese verzichtet werden. Je nach Verletzungsart ist auch eine Kombination der Osteosyntheseverfahren (Miniplatten, Überbrückungsplatte, Zugschrauben) möglich, falls nur so die Knochenkontinuität wiederhergestellt werden kann. Durch ein Titangitter können Knochenfragmente stabilisiert und autologer Knochen oder Knochenersatzmaterialien eingebracht werden (Schug et al., 2000, Ellis et al., 2003, Li und Li, 2010). Bei Defektfrakturen ist die Frakturversorgung davon abhängig, ob eine ossäre Kontinuität wiederhergestellt werden kann, also nur ein partieller Defektbruch vorliegt, oder ob eine totale Kontinuitätsunterbrechung vorhanden ist (totaler Defektbruch). Das Vorgehen bei Defektfrakturen ist immer operativ. Bei der partiellen Frakturversorgung werden die Fragmente reponiert und retiniert und die größeren Frakturanteile mit Überbrückungsplatten stabil fixiert. Bei der totalen Defektfraktur kann die knöcherne Kontinuität der Unterkieferspange nicht wiederhergestellt werden. Hierbei kann der fehlende Abschnitt nur mit Hilfe autologen Knochens versorgt werden. Die Fragmentanteile werden mit einer rigiden Überbrückungsplatte fixiert. Durch eine Transplantatentnahme wird die Operationsdauer erheblich verlängert. Bei schlechtem Allgemeinzustand des Patienten oder ungenügend erhaltenem Weichgewebslager empfiehlt sich eine temporäre Versorgung mittels

Überbrückungsplatten, auch um irreversible narbige Verziehungen zu vermeiden. Die knöcherne Rekonstruktion erfolgt in einer zweiten Operation im Intervall. Zu diesem Zeitpunkt kann das Ausmaß der Gewebeschädigung besser abgeschätzt werden und das Transplantat leichter angepasst werden (Neff et al., 2007).

1.3.3 Therapie der Kiefergelenkwalzen- und Kiefergelenkfortsatzfrakturen

Die Therapie der Kiefergelenkfrakturen wird kontrovers diskutiert (Neff et al., 1999, Neff et al., 2002, Hochban et al., 1996, Horch et al., 1983, Eckelt et al., 2006, Schneider et al., 2008). Auch in der aktuellen Literatur ist dies noch Gegenstand von Diskussionen (Al-Moraissi und Ellis, 2015, Wang et al., 2016, Ellis, 2016, Garcia-Guerrero, 2018). Frakturen im Bereich der Gelenkwalze können bei fehlender Dislokation durch Schonung und weiche Kost behandelt werden. Dislozierte Frakturen im Bereich des Kondylus werden inzwischen in den meisten Fällen mittels Osteosynthese versorgt (Neff et al., 2014). Allerdings bleibt die optimale Versorgung der Kondylusfrakturen, auch als diakapituläre Frakturen bezeichnet, Gegenstand kontroverser Diskussionen (Loukota et al., 2010, Neff et al., 2014, Neff et al., 2002, Kolk und Neff, 2015). Viele Mediziner bevorzugen weiterhin die nicht operative Versorgung, obwohl die operative Versorgung inzwischen viele Vorteile bringt, wie die Wiederherstellung der vertikalen Höhe des Processus condylaris. Damit wird auch eine Wiederherstellung der ursprünglichen Okklusion und zusätzlich eine physiologische Funktion der feinen Kiefergelenkstrukturen ermöglicht (Kolk und Neff, 2015). Im Bereich des Gelenkfortsatzes und des Gelenkhalses bevorzugen die meisten Chirurgen inzwischen eine Osteosyntheseversorgung (Neff et al., 2014). Natürlich müssen weiterhin auch die Vor- und Nachteile der Osteosyntheseversorgung abgewogen werden. Verschiedene Faktoren sollten dabei zur Wahl der Therapieform beitragen. Je nach Verletzungsgrad des Unterkiefers, Frakturhöhe, Dislokationsgrad, Höhenverlust des Unterkieferramus, zusätzlichen Frakturen des Unterkiefers, Restbezahnung, Begleitverletzungen (auch andere Frakturen), Qualität der Behandlung und der Nachsorge beziehungsweise Rehabilitation, Allgemeinzustand und Alter des Patienten wird eine operative oder nicht operative Therapie empfohlen (Altmann und Gundlach, 1992, Cascone et al., 2003, Chuong und Piper, 1988, Hammer et al., 1997, Wang et al., 2016, Ellis, 2016, Pickrell et al., 2017, Merlet et al., 2018).

Das wichtigste Behandlungsziel bei der Therapie von gelenknahen Frakturen ist die Wiederherstellung der Gelenkfunktion. Dies zu erreichen ist äußerst schwierig.

Wichtig hierfür ist die Fähigkeit des Knochens zum Remodelling, also zur Regeneration des Knochens. Bei Kindern ist die Remodellingfähigkeit stärker ausgeprägt als bei Erwachsenen, weshalb Kinder mit dislozierten Kiefergelenkfrakturen eine bessere Prognose zur Heilung haben als Erwachsene (Austermann, 2002, Girthofer und Göz, 2002, Rasse, 2000). Eine gute Prognose für eine Restitutio ad integrum besteht bei folgenden Ausgangssituationen: Fragmentkontakt, erhaltener Kondylus-Fossa-Kontakt und noch bestehende funktionelle Reize auf das Kiefergelenk (Hirschfelder et al., 1987). Zum gegenwärtigen Zeitpunkt besteht eine relativ gesicherte Indikation zur operativen Behandlung bei Erwachsenen mit luxierten und dislozierten Frakturen (Austermann, 2002, Eckelt et al., 2006, Al-Moraissi und Ellis, 2015, Wang et al., 2016). Zusätzlich wird eine operative Therapie bei ungenügender Stabilisierungsmöglichkeit des Unterkiefers gegen den Oberkiefer angeraten, z. B. bei instabilem Oberkiefer nach einer Mittelgesichtsfraktur (Austermann, 2002). Nicht dislozierte oder nicht luxierte Frakturen bedürfen meist keiner operativen Therapie. Hierbei ist je nach klinischer Situation eine mandibulo-maxilläre Ruhigstellung gefolgt von funktioneller Therapie oder eine engmaschige Kontrolle und frühfunktionelle Behandlung ausreichend. Für Kinder unter 14 Jahren wird wegen der hohen Remodelling-Fähigkeit meist eine nicht operative Therapie durchgeführt (Austermann, 2002).

Die nicht operative Behandlung kann durch Schonung (weiche Kost) und anschließende Physiotherapie oder durch Ruhigstellung und nachfolgende funktionelle Rehabilitation durchgeführt werden. Je nach Dislokationsgrad und zusätzlichen Frakturen des Unterkieferkörpers unterscheidet sich die Frakturbehandlung. Bei isolierten Kiefergelenkfrakturen erfolgt häufig eine Ruhigstellung für ein bis zwei Wochen. Dadurch werden Ödeme und Hämatome eingedämmt und der Schmerz vermindert. Die Ruhigstellung erfolgt heute zumeist mit Kieferbruchschienen und elastischen Gummizügen, um funktionelle Bewegungen zuzulassen und das zahntragende Fragment mittels der elastischen Gummizüge in die maximale Interkuspidation zu bringen. Die Gummizüge werden so eingestellt, dass der Unterkiefer in die gewünschte Position findet und die Bewegungsfreiheit dabei soweit wie möglich erhalten bleibt. Die Repositionshilfen werden nach und nach reduziert, bis der Unterkiefer von alleine und regelmäßig die korrekte Schlussbisslage erreichen kann. Dabei dauert die Ruhigstellungsphase ein bis zwei Wochen. Ist das kondyläre Fragment disloziert, verheilt es bei nicht operativer Therapie in Fehlstellung. In der Funktionsphase werden noch bestehende

Funktionsstörungen (eingeschränkte Kieferöffnung, eingeschränkte dynamische Bewegungen und Seitenabweichung des Unterkiefers bei Kieferöffnung) beispielsweise mit Hilfe eines Aktivators und der Funktionskieferorthopädie und mit zusätzlicher Physiotherapie behandelt (Austermann, 2002). Wichtig ist, dass die mandibulo-maxilläre Ruhigstellung möglichst kurz gehalten wird und im Anschluss eine frühe Mobilisierung erfolgt um eine Ankylose zu verhindern (Wang et al., 2016).

Bei der Diskussion um die nicht operative oder operative Behandlung der Gelenkhalsfrakturen wird zu Gunsten der Osteosyntheseversorgung argumentiert, dass bei dieser Behandlung weniger Schmerzen auftreten, bessere Unterkieferbewegungen möglich sind (Laterotrusion, Protrusion, bessere Mundöffnung), eine geringere Rate an Okklusionsstörungen und weniger Deviation bei Mundöffnung auftritt (Al-Moraissi und Ellis, 2015). Allerdings wird auch dahingehend die Wahl einer Therapie empfohlen, welche der Ausstattung und dem Können des Chirurgen entspricht. Ziel der Behandlung sollte eine schmerzfreie Funktion des Kiefergelenks, die Wiederherstellung der ursprünglichen Okklusion, eine gute Beweglichkeit des Unterkiefers und ein symmetrisches Gesicht sein (Ellis, 2016). Auch in neueren Studien werden beide Therapiearten empfohlen (Garcia-Guerrero, 2018).

Bei kombinierten Kiefergelenk-Unterkieferkorpus-Frakturen ist eine andere Vorgehensweise empfehlenswert, um eine schnelle Mobilisierung des Unterkiefers zu ermöglichen. Die Unterkieferkorpusfrakturen werden operativ mittels übungsstabiler oder funktionsstabiler Plattenosteosynthese versorgt. Assoziierte nicht oder wenig dislozierte Kiefergelenkfrakturen können durch eine kurzzeitige mandibulo-maxilläre Immobilisation behandelt werden. Wenn die Phase der Ruhigstellung beendet ist, kann mit der Mobilisation begonnen werden (Austermann, 2002).

Die operative Behandlung von Kiefergelenkfrakturen wird durchgeführt, um eine korrekte Reposition des proximalen Fragmentes und eine Wiederherstellung der knöchernen Kiefergelenkstrukturen, insbesondere bei dislozierten und luxierten Frakturen zu erreichen. Zur Reposition und Fixation des Fragments eignen sich der retromandibuläre, der präaurikuläre, der transparotideale, der submandibuläre und der transorale Zugang. Die Wahl des operativen Zugangs richtet sich dabei nach der Höhe der Fraktur. Der prä- bzw. retroaurikuläre Zugang wird bei hohen Kiefergelenkfortsatz- bzw. Gelenkwalzenfrakturen gewählt, während bei tiefen

Kiefergelenkfortsatz- und Gelenkfortsatzbasisfrakturen meist ein transparotidealer, submandibulärer oder transoraler Zugang verwendet wird. Problematisch bei Frakturen des Kiefergelenks sind vor allem Kompressions- und Trümmerfrakturen. Gelenkwalzenfrakturen mit dislozierter vertikaler Abscherung des Fragments werden idealerweise mit Hilfe der Zugschraubenosteosynthese behandelt. Für die Osteosynthese im Gelenkbereich kann zum Teil auch biodegradierbares Material verwendet werden. So kann oft ein Zweiteingriff zur Plattenentfernung, z. B. bei jugendlichen Patienten, vermieden werden (Austermann, 2002).

Bei Kindern werden Kiefergelenkfrakturen überwiegend nicht operativ behandelt. Sobald wie möglich sollte mit funktionellen Übungen begonnen werden. Ist der habituelle Kieferschluss mit zu großen Schmerzen verbunden oder nicht möglich, ist eine mandibulo-maxilläre Fixation zu Ruhigstellung für ein bis zwei Wochen angezeigt. Danach sollten funktionelle Übungen auch mit Hilfe elastischer Gummizüge erfolgen (Austermann, 2002, Rasse, 2000, Eder et al., 2010).

1.4 Osteosyntheseverfahren bei Unterkieferfrakturen

1.4.1 Biomechanik der Mandibula

Kräfte, die auf den Unterkiefer wirken, verursachen in wechselnden Bereichen Zugspannung („Tension“) und Druck („Compression“) je nach Belastung. Dies wird exemplarisch in Abbildung 7 demonstriert.

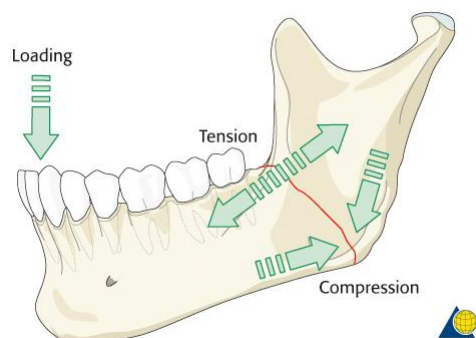


Abbildung 7: Biomechanik des Unterkiefers (Cienfuegos et al., 2012a)

Der Unterkieferknochen wird unter Funktion durch Kaukraft verformt. Diese Verformung wird durch die Kaumuskulatur gesteuert, wie in Abbildung 8 dargestellt.

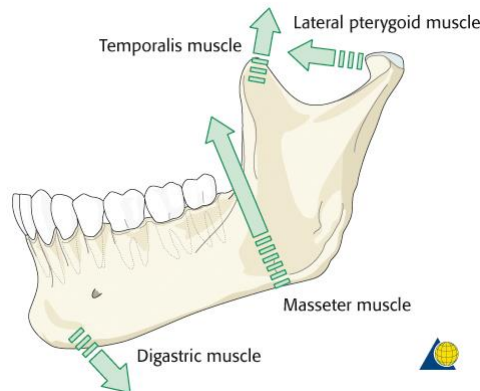


Abbildung 8: Krafteinwirkung der Kaumuskulatur auf den Unterkieferknochen (Cienfuegos et al., 2012a)

Bei funktionaler Belastung über die Zahnreihe entsteht im oberen Anteil der Mandibula, also im Bereich des Alveolarknochens, Zug, während am Unterrand Druck auf den Unterkiefer wirkt. Dieser Effekt wird in Abbildung 9 gezeigt.

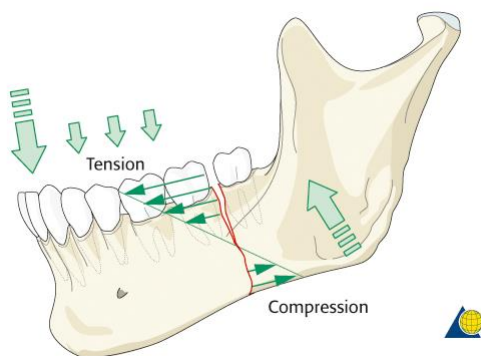


Abbildung 9: Druck- und Zugzone der Mandibula bei Krafteinwirkung (Cienfuegos et al., 2012a)

Der Unterkiefer weist, auch bedingt durch lange Zahnwurzeln (Eckzähne) und verlagerte Zähne (z. B. Weisheitszähne), Regionen mit unterschiedlichem Knochenquerschnitt auf. Diese befinden sich an der Eckzahnregion, im Bereich der Foramina mentales, am Kieferwinkel und an den Kiefergelenkfortsätzen. Bei Krafteinwirkung können dort bevorzugt Frakturen entstehen (Schiel et al., 2012). Eine direkte Fraktur tritt dann auf, wenn die Fraktur an der Stelle der Krafteinwirkung lokalisiert ist. Kiefergelenkfortsatz- und Gelenkwalzenfrakturen entstehen dagegen fast ausschließlich indirekt durch Weiterleitung der einwirkenden Kraft von einer anderen Kieferregion. Die grazilen Strukturen des Gelenkhalses können dem Druck nicht standhalten und brechen. Trifft beispielsweise ein Schlag auf die Paramedianregion des Unterkiefers, kann als direkte Fraktur eine

Paramedianfraktur resultieren, während als indirekte Fraktur eine assoziierte Gelenkfortsatzfraktur auf der Gegenseite auftreten kann (Schiel et al., 2012, Austermann, 2002).

1.4.2 Die unterschiedlichen Osteosynthesesysteme zur Versorgung von Unterkieferfrakturen

Zur operativen Fixation von Frakturen haben sich zwei verschiedene Verfahren durchgesetzt, die lasttragende Osteosynthese (load-bearing osteosynthesis, A) und die lastteilende Osteosynthese (load-sharing osteosynthesis, B). Diese beiden Systeme werden in Abbildung 10 gegenübergestellt.

Lasttragende Osteosynthesen werden mit größer dimensionierten Osteosyntheseplatten durchgeführt, die Osteosyntheseschrauben werden bikortikal verankert. Dabei soll die Osteosynthese 100% der funktionellen Belastung auf den Knochen übernehmen, damit der Knochen besser heilen kann, indem er vor der Kaukraft geschützt wird. Dies wird beispielsweise durch die Rekonstruktionsplatten erreicht. Sie werden bei Defektfrakturen, Trümmerfrakturen oder Frakturen des atrophien Kiefers verwendet. Osteosyntheseplatten für lastteilende Osteosynthesen sind von der Dimension her kleiner (Plattenquerschnitt) und werden meist mit monokortikalen Schrauben fixiert. Hierbei wird die funktionelle Belastung auf die Osteosynthese und die knöchernen Frakturenden übertragen. Dies ist beispielsweise der Fall bei der Versorgung mit einer Miniplatte von Kieferwinkelfrakturen, mit einer Miniplatte und mandibulo-maxillärer Verschnürung bei Korpus-, Paramedian- oder Medianfrakturen oder bei der Versorgung mittels Zugschraubenosteosynthese (Pickrell et al., 2017, Cienfuegos et al., 2018a).

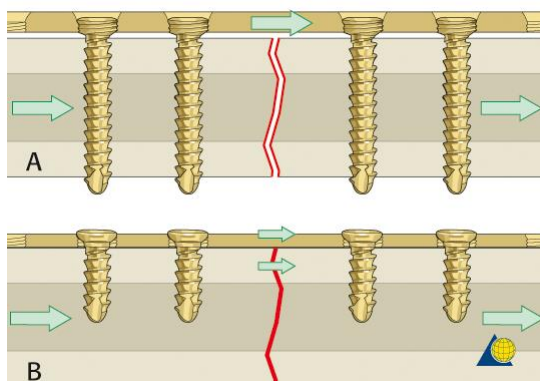


Abbildung 10: Lasttragende (A) und lastteilende (B) Osteosynthese (Cienfuegos et al., 2011e)

Da an der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität München auch bis 2018 fast ausschließlich Osteosyntheseplatten verwendet werden, die in Kooperation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) mit der Firma Synthes entwickelt wurden, sollen diese Systeme im Folgenden dargestellt werden.

Zur operativen Versorgung mit Osteosyntheseplatten stehen unter anderem folgende Systeme zur Verfügung: mandibuläre Platten Synthes 2.0, Miniplatten 2.0, Locking-Platten 2.0, Kompressionsplatten 2.4, universale Frakturplatten 2.4 und Rekonstruktionsplatten 2.4 mit und ohne Lockingmechanismus. Die Nummern, die oft nach den Plattensystemen genannt werden, geben den Durchmesser der Schrauben in Millimetern an, welche mit der Osteosyntheseplatte verwendet werden.

1.4.2.1 Gegenüberstellung Locking-Platten - Nonlocking-Platten

Locking-Schrauben haben ein Gewinde im Schraubenkopf, welches passend in das Gewinde der Locking-Platte eingebracht werden kann. Dadurch werden beim Eindrehen der Schrauben Platte und Schraubenkopf fest miteinander verbunden. Somit ist die Schraube im Plattenloch fest verankert. Dies ist in Abbildung 11 graphisch dargestellt.

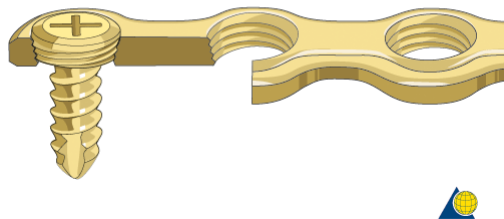


Abbildung 11: Das System der Locking-Platte/Schraube (Cienfuegos et al., 2012c)

Locking-Platten zeigen gegenüber dem konventionellen System mehrere Vorteile. Bei konventionellen Plattensystemen muss eine genaue Adaption der Platte an den darunterliegenden Knochen erfolgen. Ohne diesen engen Kontakt bewirkt das Anziehen der Schrauben, dass sich das Knochensegment in Richtung der Osteosyntheseplatte verschiebt oder auch umgekehrt die Osteosyntheseplatte in Richtung des Knochensegments. Die knöchernen Anteile können somit ihre Position verändern. Bei Locking-Platten ist kein direkter Kontakt zwischen Platte und

Knochen nötig. Werden die Schrauben angezogen, stabilisieren sie den frakturierten Knochen ohne ihn an die Platte zu pressen. Ein anderer Vorteil gegenüber den konventionellen Systemen ist, dass die kortikale Perfusion des Knochens durch das Locking-System nicht unterbrochen wird, da die Platte nicht auf den Knochen gepresst wird (Abbildung 12). Außerdem kann bei Locking-Platten eine kürzere mandibulo-maxilläre Ruhigstellung erfolgen und somit eine schnellere Mobilisation des Kiefergelenks (Wusiman et al., 2017).

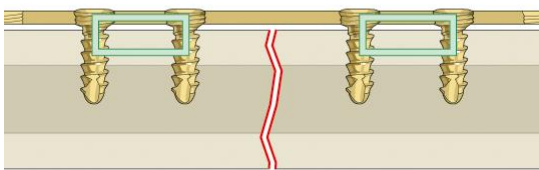


Abbildung 12: Wirkungsweise von Locking-Schrauben (Cienfuegos et al., 2012c)

Konventionelle Platten und Schrauben komprimieren den darunterliegenden Knochen indem sie diesen an die Platte drücken, wie in Abbildung 13 dargestellt.

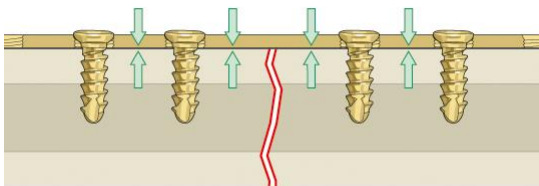


Abbildung 13: Wirkungsweise von konventionellen Schrauben (Cienfuegos et al., 2012c)

Außerdem sind die Schrauben beim Locking-System mit den Platten sehr fest verbunden. Damit wird die Gefahr der Plattenlockerung minimiert.

1.4.2.2 Mandibuläre Platten 2.0

Die Unterkieferplatten 2.0 sind in verschiedenen Formen und Längen vorhanden. Sie können aber nur mit Nonlocking-Schrauben angewendet werden (Cienfuegos et al., 2012d). In Abbildung 14 werden die verschiedenen Platten dargestellt.

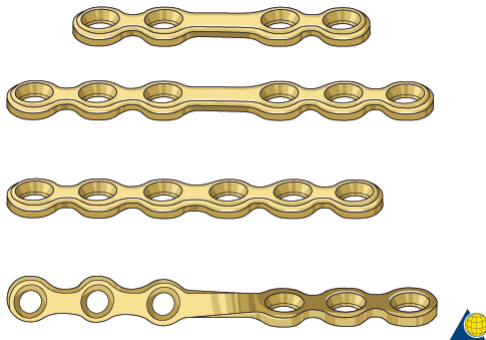


Abbildung 14: Mandibuläre Platten 2.0 (Cienfuegos et al., 2012d)

1.4.2.3 Locking-Platten

Locking-Platten sind in verschiedenen Plattenstärken erhältlich und können entweder mit Locking-Schraubenköpfen oder mit (Nonlocking) Standardschraubenköpfen verwendet werden. Die Abbildung 15 zeigt verschiedene Ausführungen der Locking-Platte 2.0 medium.

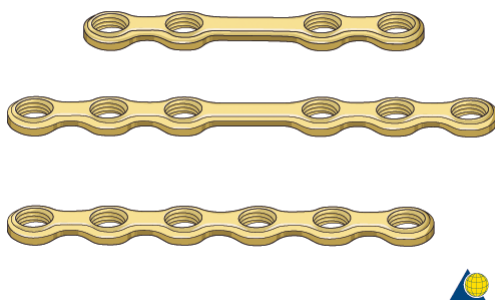


Abbildung 15: Verschiedene Ausführungen der Locking-Platte 2.0 medium (Cienfuegos et al., 2014)

Locking-Rekonstruktionsplatten 2.4 werden für die lasttragende Osteosynthese verwendet.

1.4.2.4 Die Miniplattenosteosynthese

Alle Osteosyntheseplatten mit einer Plattenstärke von 0,6-1,3 mm werden als Miniplatten bezeichnet (Neff et al., 2007). Locking-Platten 2.0 und mandibuläre Platten 2.0 mit kleinem und mittlerem Profil werden daher auch als Miniplatten bezeichnet. Der Schraubendurchmesser liegt normalerweise bei 2,0 mm (Wiltfang, 2002).

Die Idee der Miniplattenosteosynthese basiert auf dem sogenannten Champy-Prinzip. Champy baute dabei auf Untersuchungen von Michelet und Mitarbeitern auf, welche kleinere Osteosyntheseplatten bei operativen Behandlungen von Mittelgesichts- und Unterkieferfrakturen verwendeten (Michelet et al., 1973). Dabei teilten Champy und Mitarbeiter den Unterkiefer in drei verschiedene Zonen ein, die eine unterschiedliche Applikation der Osteosyntheseplatten beinhalten. Die erste ist die sogenannte neutrale Zone unterhalb der Zahnwurzeln im lateralen Segment des Unterkiefers. Hier ist die Anbringung einer einzelnen Osteosyntheseplatte ausreichend. Im Bereich zwischen den beiden Foramina mentales werden zwei Platten zur Stabilisierung benötigt, da hier eine erhöhte Gefahr von Torsionsspannungen besteht. Ein Abstand zwischen den beiden Platten von 5 mm sollte eingehalten werden, um die Torsionskräfte zu kompensieren. Eine dritte Zone ist die Kieferwinkelregion. Hier ist die Stabilisierung der Fraktur mit einer Osteosyntheseplatte, lingual oder bukkal angebracht, ausreichend (Champy und Lodde, 1976, Champy und Lodde, 1977, Champy et al., 1976, Champy et al., 1975). Die Ideallinie zur Plattenbefestigung ist in Abbildung 16 als gestrichelte Linie dargestellt. In neueren Studien wird allerdings die Möglichkeit von nur einer stabileren Osteosyntheseplatte (anstatt von bisher zwei Miniplatten) im Bereich der Symphyse oder paramandibulär beschrieben mit ähnlichen postoperativen Ergebnissen und den Vorteilen einer geringeren Operationsdauer und einer geringeren Gefahr der Wunddehiszenz postoperativ (Raut et al., 2017, Ellis, 2011).

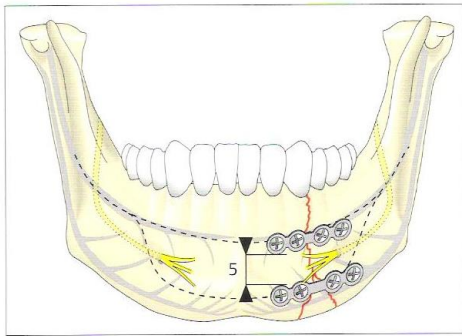


Abbildung 16: Prinzip der Miniplattenosteosynthese (Austermann, 2002)

Die gestrichelte Markierung zeigt die idealen Plattenpositionen, die die Trajektorien (graue Linien) entlang ziehen.

Außerdem fanden Champy und Mitarbeiter heraus, dass eine zusätzlich zur Miniplattenosteosynthese durchgeführte mandibulo-maxilläre Fixation in den meisten Fällen unnötig war (Champy et al., 1975), was auch in einer aktuellen Studie bestätigt wird (Diaconu et al., 2018). Ein einziger Vorteil scheint die bessere Kontrolle der Patienten im postoperativen Verlauf zu sein (Diaconu et al., 2018).

Die wesentlichen Merkmale der Miniplattenosteosynthese bestehen in der monokortikalen Verschraubung, dem Fehlen der interfragmentären Kompression und dem transoralen Zugang zum Operationsgebiet. Eine mandibulo-maxilläre Fixation ist nicht immer notwendig (Wiltfang, 2002).

1.4.2.5 Die Kompressionsosteosynthese

Wesentliche Merkmale der Kompressionsplattenosteosynthese sind die dadurch entstehende interfragmentäre Kompression und aufgrund der resultierenden Stabilität ein möglicher Verzicht auf eine postoperative mandibulo-maxilläre Fixation. Das Plattenprofil der Osteosynthesysteme misst 1,25-2,4 mm und der Schraubendurchmesser beträgt 2,4-2,7 mm. Die Vorteile der Kompression sind in der interfragmentären Verzahnung zu sehen. Durch Kompression wird eine stabilere Fixation bewirkt. Nachteilig einwirkende Kräfte, wie Torsion, Abscherung und Biegung der Unterkieferspange werden so neutralisiert. Die Kompressionsosteosynthese kann ohne postoperative mandibulo-maxilläre Fixation angewandt werden, was durch verschiedene Studien gezeigt werden konnte (Claudi und Spiessl, 1975, Luhr, 1976, Luhr, 1987, Luhr, 1992, Niederdelmann und Schilli, 1972, Prein et al., 1975, Wiltfang, 2002). Abbildung 17 zeigt DC-Platten („Dynamic Compression“) 2.4.

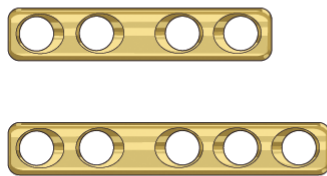


Abbildung 17: Die Kompressionsosteosynthese (Cienfuegos et al., 2012a)

Die Kompressionsosteosynthese zeigte in manchen Studien ein besseres Ergebnis in den klinischen Ergebnissen als die Miniplattenosteosynthese (Gerlach et al., 1983, Luhr und Hausmann, 1996, Mommaerts und Engelke, 1986, Reinert et al., 1996, Wiltfang, 2002). Aber Pape und Mitarbeiter fanden in ihrer Studie heraus, dass bei Kieferwinkelfrakturen unter Verwendung der Miniplattenosteosynthese eine knöcherne Heilung mit geringer Komplikationsrate erreichbar ist (Pape et al., 1996, Wiltfang, 2002).

1.4.2.6 Universale Osteosyntheseplatte 2.4

Die Universale Osteosyntheseplatte 2.4 wird mit einer bikortikalen Verschraubung angewendet (Cienfuegos et al., 2012d). Dabei kann sie sowohl als Kompressionsplatte als auch neutral ohne Kompression eingesetzt werden und ist in Abbildung 18 graphisch dargestellt.



Abbildung 18: Universal anwendbare Osteosyntheseplatte 2.4 (Cienfuegos et al., 2012d)

1.4.2.7 Zugschraubenosteosynthese

Die Fragmentenden werden bei der Zugschraubenosteosynthese über einen Spiralbohrer senkrecht zum Frakturverlauf durchbohrt. Dabei wird auf der äußeren

Frakturseite ein Bohrloch größeren Durchmessers gebohrt (sog. Gleitloch), während das Loch auf der anderen Frakturseite kleiner ist. Beim Eindrehen einer Schraube werden die Frakturenenden gegeneinander komprimiert, wie in Abbildung 19 graphisch dargestellt. Das Verfahren bietet den Vorteil, dass der Druck senkrecht zum Frakturspalt ausgeübt wird (Austermann, 2002, Rasse, 2000, Kallela et al., 1995). Studien zeigen, dass bei Frakturen im Bereich der Symphyse die Zugschraubenosteosynthese eine gute Alternative zu Miniplatten darstellt. Allerdings ist die korrekte Positionierung der Zugschrauben äußerst schwierig. Bei einem Auseinanderweichen der Frakturenenden durch inadäquat gesetzte Zugschrauben droht eine Okklusionsstörung (Agnihotri et al., 2014, Pickrell et al., 2017). Die Einsatzmöglichkeiten der Zugschraubenosteosynthese sind sehr techniksensitiv und in der Traumatologie des Unterkiefers auch begrenzt, weswegen hier nicht weiter darauf eingegangen wird.

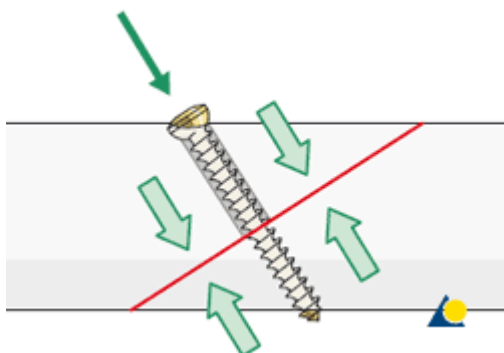


Abbildung 19: Zugschraubenosteosynthese (Cienfuegos et al., 2011d)

1.5 Osteosynthesematerialien

1.5.1 Metallische Osteosynthesematerialien

Nachdem in früherer Zeit Osteosyntheseplatten aus Stahlblech (Hansmann, 1886), Vanadiumstahl (Sherman, 1912) und einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierung (Vitallium) (Venable et al., 1937) verwendet wurden, werden heutzutage routinemäßig Schrauben und Platten aus Reintitan eingesetzt. Dies hängt hauptsächlich mit der Stabilität und der guten Verträglichkeit des Materials zusammen (Wiltfang, 2002, Austermann, 2002, Neff et al., 2007). Allerdings wird die Biokompatibilität des Titans heute auch angezweifelt, da sich in Studien eine Einlagerung des Titans im Gewebe nachweisen lässt (Schliephake et al., 1993, Niederdelmann und Marmulla, 2000).

Die Entfernung von Schrauben und Platten aus Metall ist zum einen indiziert, wenn die Osteosyntheseschrauben keinen unmittelbaren Kontakt mehr zum Knochen haben. Dies ist häufig der Fall bei Schrauben- und Plattenlockerung oder bei Osteosynthesematerialien aus Stahl. Aus diesem Grund werden heutzutage fast nur noch Platten und Schrauben aus Reintitan verwendet, weil dieses Material keine bindegewebige Trennschicht zwischen Knochen und Material erzeugt, wie z. B. Platten und Schrauben aus Stahl. Eine Materialentfernung ist außerdem indiziert bei Nervenausfällen, möglicherweise bedingt durch das Osteosynthesematerial, Infektionen, freiliegendem oder durch die Haut oder Schleimhaut tastbarem Osteosynthesematerial, bei Kindern und Jugendlichen mit noch zu erwartendem Wachstum und auf ausdrücklichen Wunsch des Patienten. Die routinemäßige Entfernung von Osteosynthesematerialien aus Titan ist nicht zu empfehlen, da dieses Material knöchern integriert wird und durch einen weiteren operativen Eingriff Komplikationen entstehen können (Austermann, 2002, Bonkowski et al., 2005).

1.5.2 Biodegradierbare Polymere als Osteosynthesematerialien

In den letzten Jahren wurden vermehrt Studien zu resorbierbaren Osteosynthesematerialien durchgeführt (Lee et al., 2010, Bhatt et al., 2010). Der Vorteil von biodegradierbarem Osteosynthesematerial gegenüber Metallimplantaten besteht zum einen darin, dass ein manchmal notwendiger Zweiteingriff zur Plattenentfernung vermieden werden kann, was bei der Frakturversorgung von Kindern eine Rolle spielt. Zum anderen sind in bildgebenden Verfahren wie Computertomographie und Magnetresonanztomographie keine Artefakte zu erwarten, welche die Bildqualität mindern könnten. Was aber auch als Nachteil gesehen werden kann, z. B. für die Überprüfung der korrekten Anbringung einer Osteosyntheseplatte (Gerlach, 2000).

Da die Verwendung biodegradierbarer Polymere als Osteosynthesematerialien im Bereich der Unterkieferfrakturen klinisch bisher keine große Rolle spielt, wird in dieser Arbeit nicht weiter darauf eingegangen.

1.6 Komplikationen bei der Versorgung von Unterkieferfrakturen

Komplikationen können vor allem durch eine frühe Behandlung der Fraktur verhindert werden. Bei lebensbedrohlichen Verletzungen sind zuerst die lebenserhaltenden Maßnahmen zu ergreifen und erst bei stabilem Allgemeinzustand

hat die Versorgung der nicht-akuten Verletzungen zu erfolgen (Austermann, 2002). Jedoch sind auch bei schneller Frakturversorgung Komplikationen möglich.

1.6.1 Nervenläsionen

Aufgrund der anatomischen Nachbarschaft treten bei Verletzungen im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich oft auch Läsionen der Hirnnerven auf. Bei Unterkieferfrakturen sind vor allem die peripheren Äste des N. trigeminus betroffen. Durch Quetschung und sogar Abriss des N. alveolaris inferior im Bruchspaltbereich kann es zu Sensibilitätsstörungen im Versorgungsgebiet des Nervenastes kommen. Die Läsionen können auch während der Operation durch Quetschung oder Einschneiden des umgebenden Gewebes auftreten. Als Folge der Verletzung kann es zu neuralgiformen Schmerzen im Versorgungsbereich kommen (Austermann, 2002).

Besteht eine Schwellung des Weichgewebes, kann der Gewebedruck, der auf den Nerv wirkt, die Läsionen auslösen. Lässt die Schwellung nach, können sich die Beschwerden zurückbilden. Wird der N. alveolaris inferior durch die Fraktarenden eingeklemmt, können die Beschwerden durch die operative Reposition behoben werden (Austermann, 2002).

Läsionen des N. facialis treten vor allem während der Operation durch die äußeren Zugänge (submandibulär, retroaurikulär, präaurikulär, transbukkal, transparotideal) zum Unterkieferknochen auf. Hier sind die motorischen Äste des N. facialis betroffen, welche die mimische Gesichtsmuskulatur innervieren (Neff et al., 2007).

Eine weitere Unterteilung der Nervenläsionen erfolgt durch die Testung eines sensiblen Missempfindens durch Berührung im Bereich des Hautareals des betroffenen Nervens. Dabei kann eine Hypästhesie, Parästhesie oder Anästhesie auftreten. Eine Hypästhesie bezeichnet ein geringeres sensibles Empfinden in dem Bereich den der Nerv versorgt als normalerweise. Bei einer Parästhesie wird der sensible Bereich anders wahrgenommen z. B. durch ein Kribbeln oder Brennen. Patienten, welche unter einer Anästhesie eines sensiblen Nervens leiden spüren in dessen Versorgungsbereich überhaupt keine sensiblen Reize (Austermann, 2002).

Kommt es teilweise oder komplett zum Nervabriss, können mikrochirurgische Maßnahmen zur Rekonstruktion des Nervstrangs unternommen werden (Austermann, 2002).

1.6.2 Pseudarthrosen

Bei einer Pseudarthrose besteht keine knöcherne Verbindung der Knochenfragmente, sondern ein gelenkähnlicher Spalt, der bindegewebig durchbaut ist. Es kommt zur sog. „non-union“. Dadurch wird eine pathologische Beweglichkeit der Fragmente ermöglicht. Im Röntgenbild ist eine Pseudarthrose durch einen neu entstandenen Kompaktasaum sichtbar, der sich im Bereich der ehemaligen Bruchflächen bildet (Austermann, 2002).

Gelenkferne Pseudarthrosen sind funktionell ungünstiger als gelenknahe. Das bedeutet, dass bei Unterkieferfrakturen eine mediane Pseudarthrose schwerer wiegt, als eine Pseudarthrose am Kiefergelenkhals. Außerdem können Pseudarthrosen je nach Aufbau unterschieden werden. Eine straffe Pseudarthrose zeichnet sich durch einen meist nur geringen Spalt zwischen den Bruchflächen und durch straffe Bindegewebsfasern aus, welche sich im Bruchspalt befinden. Dadurch ist eine pathologische Beweglichkeit nur eingeschränkt möglich. Im breiteren Spalt der schlaffen Pseudarthrose befinden sich lockere Bindegewebsfasern, wodurch die Beweglichkeit des falschen Gelenks ausgeprägter ist. Dagegen fehlen im Bruchspalt der Defektpseudarthrose ganze Knochenanteile, was durch einen Defektbruch oder eine Bruchspaltosteomyelitis ausgelöst werden kann (Austermann, 2002).

Mögliche Ursachen einer Pseudarthrose können auch allgemeiner Natur sein, wie z. B. Stoffwechselstörungen, die eine restitutio ad integrum des Knochengewebes verhindern. Lokale Ursachen sind eine ungenügende Reposition der Frakturrenden, eine ungenügende Ruhigstellung und Retention der Frakturrenden, die Einlagerung von Weichgewebe, was eine Kallusbildung verhindert, ein fehlendes Bruchspaltkoagel, welches für eine Regeneration des Gewebes unabdingbar ist, eine Bruchspaltinfektion und bestehende Knochenlücken nach einer Defektfraktur (Austermann, 2002).

Die Therapie wird je nach Ursache ausgewählt. Angezeigt ist eine exakte Überprüfung der Reposition und Fixation der Frakturrenden, eine chirurgische Revision und eine anschließende funktionsstabile Osteosynthese bei straffen Pseudarthrosen. Zusätzlich können autologe Spongiosa bei schlaffen Pseudarthrosen und autologe Knochentransplantate bei Defektpseudarthrosen eingebracht werden (Austermann, 2002, Neff et al., 2007).

1.6.3 Gelockertes oder frakturiertes Osteosynthesematerial

Komplikationen nach Unterkieferfrakturen können auch durch fehlerhaftes oder falsch angebrachtes Osteosynthesematerial entstehen. Verlieren die Osteosyntheseschrauben ihren Kontakt zum Knochen, lockert sich damit auch die Osteosyntheseplatte. Die Unterkieferfraktur büßt damit ihre Stabilisierung ein und dies kann zu einer Pseudarthrose im Frakturspalt führen. Das Osteosynthesematerial sollte bei einer weiteren Operation erneuert oder gegebenenfalls durch stabileres Material ersetzt werden (Bonkowski et al., 2005). Kommt es zu einer Fraktur der Osteosyntheseplatte, z. B. durch eine zu gering dimensionierte Platte, ist ebenfalls eine Revision indiziert, meist in Kombination mit erneuter Platteninsertion. Die unbehandelte Plattenfraktur kann zu Okklusionsstörungen, Pseudarthrosen oder einer Infektion des Bruchspalts führen (Cienfuegos et al., 2011f).

1.6.4 Okklusionsstörungen

Unter dem Begriff Okklusionsstörung versteht man eine fehlende Normverzahnung beziehungsweise in Traumafällen eine veränderte individuelle Okklusion. Die Zähne finden nicht mehr in die vor dem Unfall oder der Versorgung bestehende Okklusion (Ernst et al., 2004). Vor allem bei der nicht operativen Therapie von Kiefergelenkfrakturen besteht die Gefahr einer Okklusionsstörung durch einen möglichen vertikalen Höhenverlust. Aber auch nach anderen Unterkieferfrakturarten kann diese Komplikation durch ungenügende Reposition der Fragmentenden und ungenügende mandibulo-maxilläre Fixation auftreten (Neff et al., 2007, Ikemura, 1985).

1.6.5 Infektionen im Frakturbereich

Durch den Einsatz von Antibiotika ist die Infektion im Frakturbereich insgesamt seltener geworden (Schwameis et al., 1996). Die Antibiotikaprophylaxe peri- und postoperativ mit Breitspektrumantibiotika soll einer Infektion des betroffenen Bereiches vorbeugen. Da Unterkieferfrakturen häufig offene Brüche sind, ist die Infektionsgefahr hier erhöht. Mundhöhlenkeime können in den Bruchspalt eindringen und die Fraktur so infizieren. Die meist vorhandene Mischflora kann mit einem Breitspektrum-Penicillin kombiniert mit einem Betalactamasehemmer (z. B. Amoxicillin und Clavulansäure oder Ampicillin und Sulbactam) bekämpft werden. Auch Cephalosporine der zweiten und dritten Generation können hier eingesetzt werden. Patienten mit einer Penicillinallergie zeigen oft auch eine

Überempfindlichkeit gegenüber Cephalosporinen. Aus diesem Grund sollte in diesen Fällen auf andere Antibiotika mit vergleichbarem Wirkspektrum gewechselt werden, z. B. Clindamycin oder Makrolide. Die Dauer der Antibiotikagabe sollte individuell abgewogen werden. Wichtig ist dabei aufgrund der möglichen Resistenzbildung, dass das Antibiotikum nicht über einen zu kurzen Zeitraum verabreicht wird. Bei Frakturen, die bereits infiziert sind, beispielsweise durch eine zu späte Behandlung, sollte ein Antibiotogramm erstellt werden und eine gezielte Antibiose vorgenommen werden (Neff et al., 2007).

Eine Infektion im Frakturbereich entsteht, wenn sich Bakterien um den Frakturspalt ansammeln. Die Bereiche des Knochens, welche wegen der Entzündung nicht mehr suffizient versorgt werden, können nekrotisieren und sogenannte Sequester bilden. Auch durch schlecht durchblutetes und nekrotisches Weichgewebe wird eine Erregeransammlung begünstigt. Eine normale Knochenheilung wird durch die Infektion verhindert. Diese Gefahr besteht vor allem bei offenen Frakturen, da hier eine hohe Keimbelastung des Gewebes vorliegt (Rössler und Rüther, 2005).

Mögliche weitere Ursachen einer Infektion im Frakturbereich können nichterhaltungswürdige Zähne sein, die im Frakturspalt belassen wurden. Durch eine mangelhafte Ruhigstellung und Fixation der Frakturende kann eine Beweglichkeit der Fragmente ermöglicht und die Regeneration des Gewebes damit verzögert werden. Über den sogenannten „Pumpeffekt“ können Mikroorganismen und Speichel in den Frakturspalt eindringen, was zu einer Bruchspaltinfektion bis hin zu einem Bruchspaltabszess führen kann. Breiten sich die Erreger in die Knochenmarkareale des Unterkiefers aus, kann es zu einer sogenannten Bruchspaltosteomyelitis kommen. Als weitere mögliche Ursachen einer Bruchspaltinfektion gelten eine verspätete Frakturbehandlung, ein herabgesetzter Allgemeinzustand, eine allgemeine Stoffwechselerkrankung des Patienten wie Diabetes mellitus und Trümmerfrakturen, die durch eine oft auch operativ nicht mögliche Reposition der Fragmente nicht exakt fixiert werden konnten (Austermann, 2002, Neff et al., 2007).

Die Gefahr einer Bruchspaltinfektion kann dadurch gemindert werden, dass nichterhaltungswürdige Zähne aus dem Bruchspalt entfernt werden, bedeckendes Weichgewebe möglichst schnell gereinigt und verschlossen wird (bis etwa sechs bis acht Stunden nach dem Frakturereignis), die Fraktur möglichst frühzeitig versorgt

und dadurch ruhiggestellt wird und ein Breitbandantibiotikum zur Infektionsprophylaxe verabreicht wird (Austermann, 2002).

Beim Auftreten einer Infektion im Frakturbereich sollte zunächst der Grund der Infektion ermittelt werden. Ist eine Antibiotikaprophylaxe noch nicht erfolgt, muss umgehend eine Antibiotikatherapie erfolgen. Im Idealfall wird ein Abstrich aus dem Bereich der infizierten Wunde für die Bakteriologie genommen und ein Antibiotogramm erstellt, sodass ein keimempfindliches Antibiotikum verabreicht werden kann. Dies ist auch zu empfehlen, falls der Patient schon ein Antibiotikum einnimmt. Im Bruchspalt belassene nicht erhaltungswürdige Zähne sollten entfernt werden. Ein Abszess im Bereich des infizierten Bruchspalts muss eröffnet werden. Die Reposition und Fixation der Fragmentenden ist zu überprüfen und im Zweifelsfall zu erneuern. Bei bestehender Infektion muss gegebenenfalls eine chirurgische Revision des Bruchspalts erfolgen. Dabei sollten Knochensequester und infiziertes Gewebe aus dem Bruchspalt entfernt werden (Austermann, 2002). Eine stabile und rigide Osteosynthese ist obligatorisch bei einer erneuten Revision. Dafür wird eine stabile Rekonstruktionsplatte empfohlen. Im Bereich der Infektion dürfen keine Schrauben inseriert werden, um eine stabile Osteosynthese zu gewährleisten (Cienfuegos et al., 2012b).

1.6.6 Sonstige Komplikationen

Weitere Komplikationen, die nach Unterkieferfrakturen auftreten können, sind Speichelfisteln, die durch die operativen transparotidealen oder retromandibulären Zugänge auftreten können, freiliegendes Osteosynthesematerial, eine eingeschränkte Beweglichkeit des Kiefergelenks und eine Seitabweichung des Unterkiefers bei Mundöffnung infolge der Unterkieferfraktur (Bochlogyros, 1985, Chuong et al., 1983, Depprich et al., 2007, Lamphier et al., 2003).

1.7 Fragestellung der Arbeit

Die Therapie und Nachsorge von Patienten mit Gesichtsschädelfrakturen gehört zu einem der Schwerpunkte der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der LMU München. Im Gegensatz zur allgemeinen Unfallchirurgie sind postoperative Infektionen im Gesichtsschädelbereich eher selten. So werden bei offenen Extremitätenfrakturen häufiger Infektionen festgestellt (Roth et al., 1986). Offene Frakturen entwickelten dabei in 11% der Fälle eine Infektion, während eine solche bei geschlossenen Frakturen nur in 3% der Fälle auftrat. Im Bereich des

Gesichtsschädels treten Infektionen seltener auf, obwohl sich die Frakturen meist auch offen darstellen, z. B. wenn sich der Frakturspalt innerhalb der Zahnreihe befindet. Hierbei liegen die postoperativen Infektionsraten bei 1,9 bis 6,1% (Peled et al., 1996, Iizuka et al., 1991, Chuong et al., 1983). Studien, insbesondere über Infektionen im Frakturbereich nach Unterkieferfrakturen, sind nur begrenzt verfügbar.

In der vorliegenden Studie wurden die Akten von 324 Patienten ausgewertet, die im Zeitraum 01.01.2003 bis 31.12.2007 in der Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der LMU München stationär und ambulant behandelt und nachversorgt wurden. In der vorliegenden Arbeit wird dargelegt, welche Komplikationen mit welcher Häufigkeit im Rahmen der Behandlung von Unterkieferfrakturen aufgetreten sind. Da Infektionen im Frakturbereich eine schwerwiegende Komplikation in der Frakturversorgung darstellen, wird auf deren Anteil an den Unterkieferfrakturen sowie deren Ursachen im Besonderen eingegangen. Dabei wurden die folgenden Parameter herangezogen und nachuntersucht um mögliche Zusammenhänge zu klären: Geschlecht und Alter der Patienten, Frakturlokalisation, Frakturanzahl (Einfach-, Zweifach- oder Dreifach-Fraktur), Dislokationsgrad der Frakturen, Therapieart (operativ oder nicht operativ) und Komplikationsart (Bruchspaltinfektion, Nervenläsionen des N. alveolaris inferior und des N. facialis, Pseudarthrosen, intraoral freiliegendes, gelockertes oder frakturiertes Osteosynthesematerial, Okklusionsstörungen und Speichelfisteln).

2 Patienten und Methoden

2.1 Grundlagen

Grundlage dieser Studie sind die Akten der Patienten der Klinik und Poliklinik der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der LMU München mit Unterkieferfrakturen, die im Jahr 2008 einschließlich der Röntgenbilder ausgewertet wurden. Soweit vorhanden wurden dreidimensionale Bildgebungen (DVT, CT und MRT) verwendet. Um die Patienten mit Unterkieferfrakturen zu ermitteln wurden zuerst die Ambulanzbücher der Jahre 2003 bis 2007 gelesen. Dabei wurden die Patienten mit Unterkieferfrakturen erfasst und deren Akten zur Datenerfassung herangezogen.

Es wurden nur Patienten in die Studie aufgenommen, die über eine ausreichende klinische und radiologische Dokumentation verfügten. Bei allen in die Studie

eingeschlossenen Patienten müssen ambulante Akten sowie prä- und postoperative Röntgenbilder (beziehungsweise CTs oder DVTs) vorgelegen haben. Bei den stationär aufgenommenen Patienten wurden die stationären Akten ebenfalls verwendet.

Die Berechnungen und Graphiken in dieser Studie wurden mit den Computer-Programmen Microsoft Office Excel 2007 und PASW Statistics 18 durchgeführt. Um einen möglichen Zusammenhang zwischen zwei Variablen festzustellen, wurde, je nachdem, ob eine abhängige oder unabhängige Variable vorlag, entweder der Chi-Quadrat Test nach Pearson, der Exakte Test nach Fisher oder der Mann-Whitney-U-Test verwendet.

2.2 Auswertung

Es wurden folgende Daten der 324 Patienten erfasst und ausgewertet: Geschlecht, Alter bei Diagnosestellung und Operation, Anzahl der Unterkieferfrakturen, Frakturarten, Therapieart und Dislokationsgrad der Frakturen, operativer Zugang und ob sich ein Zahn im Bruchspalt befand.

Die Unterteilung der Unterkieferfrakturen nach Frakturart erfolgte in der Bildgebung je nach Lokalisation in Gelenkwalzen-, Gelenkfortsatz-, Muskelfortsatz-, Ramus-, Kieferwinkel-, Korpus-, Paramedian- und Medianfrakturen. Gelenkwalzenfrakturen befanden sich dabei im Bereich des Kiefergelenkköpfchens. Gelenkhals- und Gelenkfortsatzbasisfrakturen wurden unter dem Begriff Gelenkfortsatzfraktur zusammengefasst. Muskelfortsatzfrakturen zeigten sich im Bereich des Proc. coronoideus. Frakturen zwischen Gelenkfortsatz- und Kieferwinkelregion, also im Bereich des aufsteigenden Astes, wurden als Ramusfrakturen bezeichnet. Eine Kieferwinkelfraktur lag bei einer Fraktur im Bereich des Kieferwinkels vor. Die Kieferwinkelregion ist der Bereich zwischen dem Lot distal des zweiten Molaren auf den Unterkieferkörper und dem Lot auf den Hinterrand des aufsteigenden Unterkieferastes in Fortsetzung der kranialen Kompakta des Unterkieferkörpers. Eine Fraktur zwischen Kieferwinkel und Eckzahnbereich wurde als Korpusfraktur klassifiziert. Als Paramedianfrakturen wurden Frakturen bezeichnet, bei denen die Frakturlinie zwischen der Medianregion und der Eckzahnregion liegt. War der Frakturspalt mittig gelegen, wurden die Frakturen zu den Medianfrakturen gezählt. Alveolarfortsatzfrakturen wurden in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt. Die neue AO-CMF-Trauma-Klassifikation von Unterkieferfrakturen und

Kiefergelenkfortsatzfrakturen wurden in dieser Unterteilung nicht mitberücksichtigt. Patienten, die eine Infraktur des Unterkieferknochens aufwiesen, wurden ebenfalls nicht in diese Studie mit einbezogen.

Die Angabe, ob ein Zahn im Bruchspalt vorlag, wurde der Dokumentation entnommen (Bildgebung, ambulante/stationäre Akten, OP-Berichte und Arztbriefe). Es wurde individuell entschieden, ob der Zahn belassen werden konnte oder entfernt wurde. Retinierte Zähne wurden meist belassen, um den Knochen in diesem Bereich nicht zusätzlich zu schwächen. Dadurch konnte häufig auf eine stabilere aber auch invasivere rigide Versorgung verzichtet werden. Befanden sich Zähne innerhalb der Zahnreihe im Bruchspalt, wurde auch je nach Erhaltungswürdigkeit des Zahnes entschieden, ob er extrahiert oder belassen werden konnte.

Die Frakturen wurden nach ihrem Dislokationsgrad unterschieden. Dabei erfolgte eine Unterteilung in nicht dislozierte, dislozierte und stark dislozierte Frakturen. Bei nicht dislozierten Frakturen sind die Fragmente des Unterkiefers nicht gegeneinander verschoben. Dagegen zeigen dislozierte Frakturen eine Fragmentverschiebung mit Unterbrechung der Knochenkontinuität. Bei stark dislozierten Frakturen ist die Fragmentverschiebung stark ausgeprägt oder es besteht überhaupt kein Fragmentkontakt mehr. Der Dislokationsgrad wurde hier nach Angabe in den Krankenakten und OP-Berichten ausgewertet. Leicht dislozierte Frakturen wurden dabei zu den dislozierten Frakturen gezählt, da hier eine Unterscheidung schwierig ist. Bei Unklarheiten wurde die zwei- bzw. dreidimensionale Bildgebung hinzugezogen.

Die Patienten mit Unterkieferfrakturen wurden operativ, kombiniert operativ-nicht operativ oder nicht operativ versorgt. Bei einer rein operativen Therapie wurde die Fraktur nur mittels Osteosyntheseplatten stabilisiert. Bei allen Patienten die eine rein operative oder kombiniert operativ - nicht operative Versorgung erhielten wurde zur Okklusionssicherung intraoperativ eine mandibulo-maxilläre Fixation durchgeführt. Diese erfolgte über Kieferbruchschienen (individuell oder nach Schuchardt), eine noch intakte Prothese (mit einpolymerisierten Häkchen versehen und am Kiefer fixiert) bzw. über MMF-Schrauben.

Die Entscheidung, ob eine operative oder nicht operative Therapie durchgeführt wurde, erfolgte nach umfangreicher Aufklärung über die Therapieoptionen durch

den Patienten selbst. Patienten, die sich für eine nicht operative Therapie entschieden, wurden fast ausschließlich ambulant behandelt, demgegenüber wurden Patienten mit einer operativen Versorgung unter stationären Bedingungen versorgt.

Die operativen Zugänge wurden den Operationsberichten entnommen.

Soweit in den zugrunde gelegten Krankenakten Komplikationen dokumentiert waren wurden diese nach folgenden Kriterien unterschieden: Infektionen im Frakturbereich, Nervenläsionen des N. alveolaris inferior und des N. facialis, Pseudarthrosen, gelockertes und freiliegendes Osteosynthesematerial, Plattenbrüche, Okklusionsstörungen und Speichelfisteln. Die Komplikationen wurden nur als Komplikation gewertet, wenn sie nach der Behandlung beziehungsweise nach einer ersten Operation auftraten. So wurden beispielsweise bereits präoperativ infizierte Unterkieferfrakturen welche postoperativ keine Infektion zeigten nicht als Fraktur mit Komplikation beziehungsweise mit Infektion gewertet. Die Nervenläsionen des N. trigeminus und des N. facialis wurden nur als Komplikation gewertet, wenn sie postoperativ auftraten und präoperativ keine Nervenläsion vorlag.

3 Ergebnisse

3.1 Patienten

Im Zeitraum vom 01. Januar 2003 bis 31. Dezember 2007 stellten sich 350 Patienten mit Unterkieferfrakturen vor. Lediglich 26 der 350 Patienten (7,4%) wiesen eine pathologische Fraktur (13 Patienten mit Osteoradionekrosen, zehn Patienten mit Unterkieferatrophie und drei Patienten mit bisphosphonatassoziierten Osteonekrosen) auf. Diese 26 Patienten wurden in die Auswertung dieser Studie nicht eingeschlossen. Somit wurden 324 Patienten in diese Studie einbezogen.

3.1.1 Geschlechterverteilung der Patienten

Von den insgesamt 324 Patienten waren 222 (68,5%) männlich und 102 (31,5%) weiblich wie in Abbildung 20 dargestellt. Damit ergibt sich ein Verhältnis von Männern zu Frauen von 2,2:1.

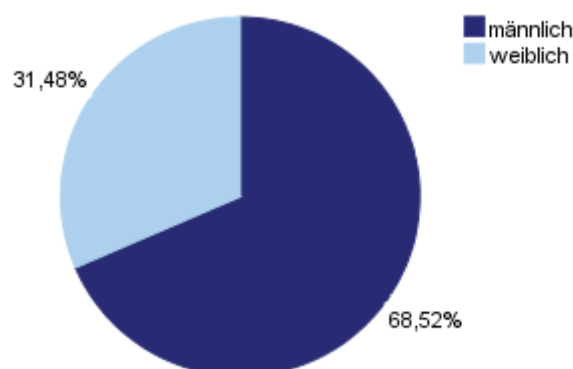


Abbildung 20: Geschlechterverteilung der Patienten (n=324)

3.1.2 Altersverteilung der Patienten

Der Altersdurchschnitt aller Patienten lag bei Diagnosestellung bei 31,1 Jahren bei einer Standardabweichung von 17,199 Jahren. Bei den männlichen Patienten lag das durchschnittliche Alter bei 29,4 Jahren, während bei den Patientinnen das durchschnittliche Alter bei 34,9 Jahren lag. Der jüngste Patient war drei Jahre alt, der älteste 87 Jahre. In Abbildung 21 ist die Altersverteilung der Patienten dargestellt. Dabei erlitten 34,3% der Patienten (n=111) eine Unterkieferfraktur im Alter von 20-29 Jahren, was damit den Hauptanteil in der Altersverteilung ausmacht.

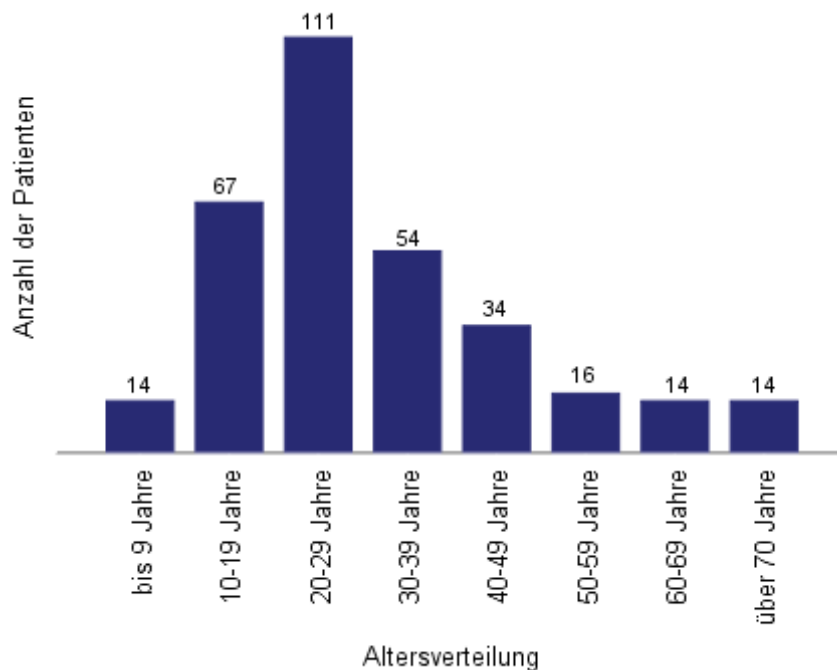


Abbildung 21: Altersverteilung der Patienten (n=324)

3.1.3 Frakturanzahl der Patienten

Die Patienten erlitten einfache, zweifache oder dreifache Unterkieferfrakturen je nach Lokalisation der Fraktur. Von den 324 Patienten erlitten 162 (50,0% der Patienten) eine einfache Fraktur, 137 (42,3% der Patienten) eine doppelte Fraktur und 25 (7,7% der Patienten) eine dreifache Unterkieferfraktur (siehe Abbildung 22). Bei diesen 324 Patienten wurden insgesamt 511 Unterkieferfrakturen gezählt.

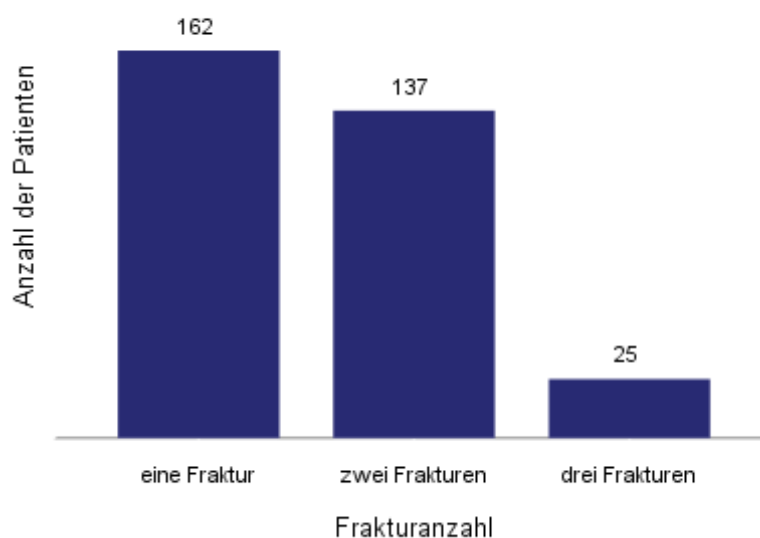


Abbildung 22: Frakturanzahl der Patienten (n=324)

3.1.4 Frakturlokalisationen der Unterkieferfrakturen

Im Kiefergelenkfortsatz- und Gelenkwalzenbereich waren insgesamt 232 Unterkieferfrakturen lokalisiert. Da in den Operationsberichten keine scharfe Trennung in Gelenkfortsatzbasis- und Gelenkhalsbereich erfolgte, wurden Gelenkhals- und Gelenkfortsatzbasisfrakturen als Gelenkfortsatzfrakturen zusammengefasst.

Gelenkfortsatzfrakturen waren somit die häufigsten Unterkieferfrakturen und stellten mit den Gelenkwalzenfrakturen einen Anteil von 45,4% der Frakturen dar. Somit entfiel fast die Hälfte aller Frakturen auf die Kiefergelenkregion. Die einzelne Verteilung der 511 Unterkieferfrakturen ist in Abbildung 23 und in Tabelle 1 dargestellt.

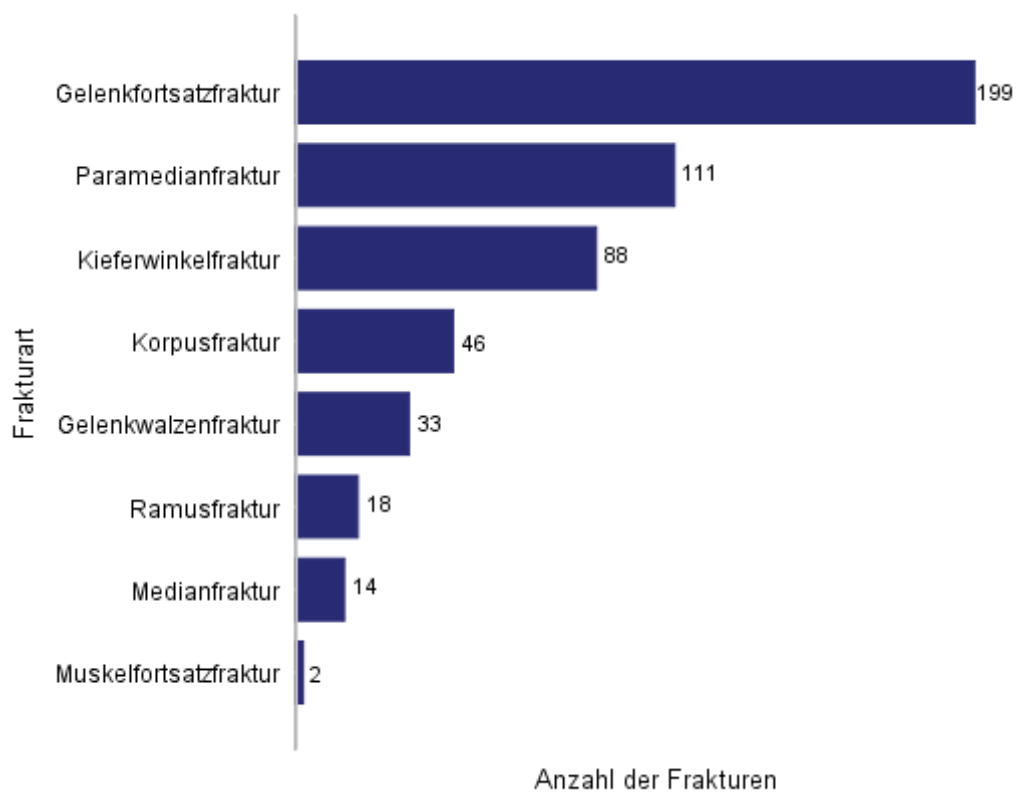


Abbildung 23: Frakturlokalisationen der Unterkieferfrakturen (n=511)

		Häufigkeit	Prozent
Frakturen der Gelenkregion n=232	Gelenkfortsatzfraktur	199	38,9%
	Gelenkwalzenfraktur	33	6,5%
Frakturen der Symphysenregion n=125	Paramedianfraktur	111	21,7%
	Medianfraktur	14	2,7%
Frakturen des Unterkieferkorpus n=46	Korpusfraktur	46	9%
Frakturen des Kieferwinkels n=88	Kieferwinkelfraktur	88	17,2%
Frakturen des aufsteigenden Astes n=18	Ramusfraktur	18	3,5%
Frakturen des Muskelfortsatzes n=2	Muskelfortsatzfraktur	2	0,4%
Gesamt		511	100%

Tabelle 1: Unterteilung der einzelnen Frakturen (n=511)

3.1.5 Zähne im Bruchspalt bei den Unterkieferfrakturen

Es wurden 259 Frakturen auf den Bezug Zahn im Bruchspalt untersucht, da diese Frakturen innerhalb der Zahnreihe waren. Dabei wurde bei 241 Frakturen ein Zahn im Bruchspalt (93,1%) festgestellt. 18 Frakturen (6,9%) zeigten keinen Zahn im Bruchspalt (siehe Abbildung 24).

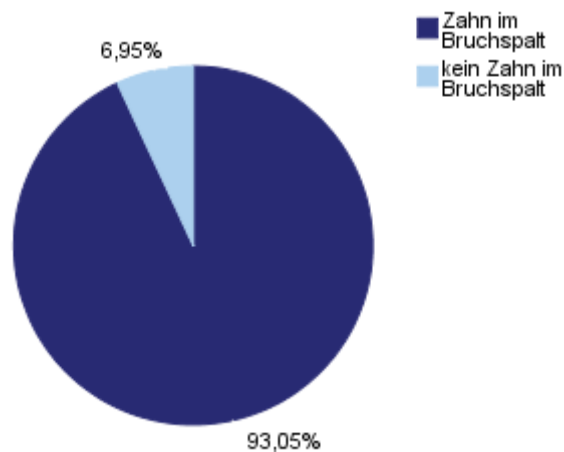


Abbildung 24: Prozentsatz der Zähne im Bruchspalt (n=259)

Von den 241 Frakturen mit Zahn im Bruchspalt waren 108 Paramedianfrakturen, 39 Korpusfrakturen, 80 Kieferwinkelfrakturen und 14 Medianfrakturen.

3.1.6 Dislokationsgrad der Unterkieferfrakturen und Trümmerfrakturen

180 Frakturen (35,2% der 511 Frakturen) waren nicht disloziert, während 251 Frakturen (49,1% der 511 Frakturen) disloziert waren. 80 Frakturen (15,7% der 511

Frakturen) zeigten eine starke Dislokation. Dies ist in Abbildung 25 graphisch dargestellt.

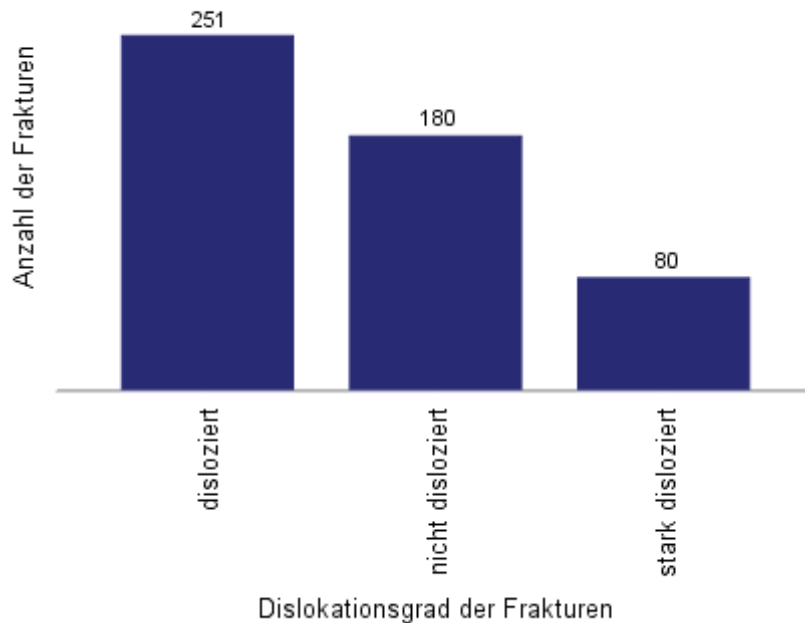


Abbildung 25: Dislokationsgrad der Unterkieferfrakturen (n=511)

Von den 511 Frakturen waren 510 Frakturen (99,8%) lineare Frakturen ohne Trümmerzone und eine Fraktur (0,2%) eine Trümmerfraktur. Trümmerfrakturen zeigten dabei eine Trümmerzone im Frakturbereich.

3.1.7 Therapievarianten der Unterkieferfrakturen

Die Patienten mit Unterkieferfrakturen wurden operativ, kombiniert operativ-nicht operativ oder nicht operativ versorgt. Die operative Versorgung beinhaltete eine offene Reposition und Osteosynthese der Fraktur mit Titanplatten. Sie erfolgte dabei mit Osteosyntheseplatten der Stärken 1,5 mm, 2,0 mm und 2,4 mm (Firma Synthes). Bei allen Patienten die eine rein operative oder kombiniert operativ - nicht operative Versorgung erhielten wurde zur Okklusionssicherung intraoperativ eine mandibulo-maxilläre Fixation durchgeführt. Eine kombiniert operativ - nicht operative Versorgung wurde durchgeführt, indem mit Osteosyntheseplatten stabilisiert wurde und zusätzlich eine mandibulo-maxilläre Ruhigstellung mittels konfektionierter Schuchardtschienen oder individueller Kieferbruchschienen postoperativ erfolgte. Die kombinierte (operative und nicht operative) Therapieart wurde nur bei zwei- oder dreifachen Unterkieferfrakturen mit Gelenkwalzen- beziehungsweise Gelenkfortsatzbeteiligung angewandt. In diesen Fällen wurden die Gelenkfrakturen

teilweise nicht operativ mittels mandibulo-maxillärer Fixation und Ruhigstellung versorgt.

Bei Patienten mit einer nicht operativen Versorgung über eine mandibulo-maxilläre Fixation erfolgte die Dauer der Ruhigstellung in Abhängigkeit von der Frakturlokalisation. Frakturen im zahntragenden Abschnitt bzw. im Kieferwinkelbereich wurden für mindestens vier bis maximal sechs Wochen mittels mandibulo-maxillärer Fixation mit individuellen Kieferbruchschielen bzw. Schuchardtschienen ruhiggestellt. Bei Gelenkfortsatzfrakturen erfolgte eine mandibulo-maxilläre Fixation für zwei bis drei Wochen, während diese bei Gelenkwalzenfrakturen lediglich für zehn bis maximal vierzehn Tage angewendet wurde. Bei Kindern wurde eine mandibulo-maxilläre Ruhigstellung für zehn Tage bis vier Wochen durchgeführt. Bei Vorliegen bestimmter Voraussetzungen (nicht dislozierte Fraktur, Ablehnung einer operativen Therapie oder nicht operativen Therapie mittels MMF und Epilepsie) wurde auf eine Therapie mit engmaschiger Kontrolle und flüssig-weicher Kost zurückgegriffen. Diese Möglichkeit einer Therapie von Unterkieferfrakturen wurde unter anderem von Ghazal und Mitarbeitern publiziert (Ghazal et al., 2004).

Von den 511 Frakturen wurden 285 (55,8% der Frakturen) rein operativ versorgt. 140 Frakturen (27,4% der Frakturen) wurden ausschließlich nicht operativ über eine mandibulo-maxilläre Fixation therapiert. Bei 56 Frakturen (11,0% der Frakturen) erfolgte die Behandlung über eine kombinierte Therapie mittels Plattenosteosynthese und postoperativer mandibulo-maxillärer Fixation (ca. zwei Wochen). Die zusätzliche postoperative Fixation bestand durch die nicht operative Therapie einer zusätzlichen Gelenkfraktur durch mandibulo-maxilläre Fixation. Die 56 operativ behandelten Frakturen wurden dadurch ebenfalls ruhiggestellt was die kombinierte Therapie bewirkt. Nur über weiche Kost wurden 30 Frakturen (5,9% der Frakturen) behandelt. Diese Ergebnisse sind in Abbildung 26 graphisch dargestellt.

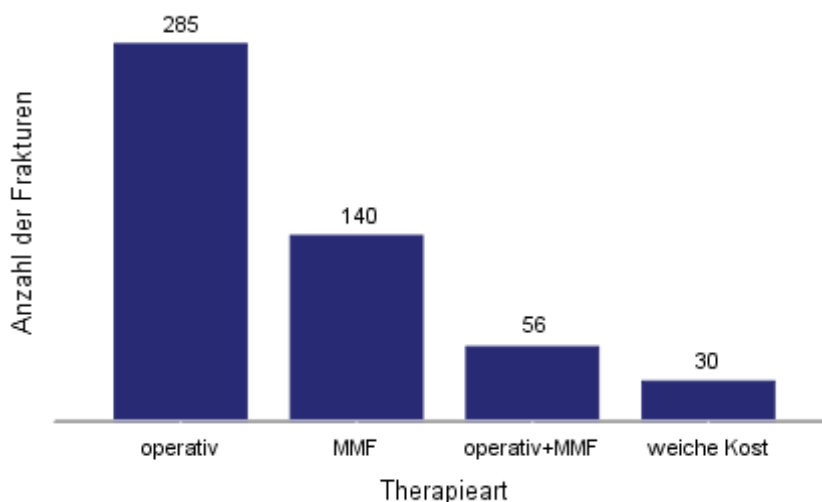


Abbildung 26: Therapieart der einzelnen Frakturen im Gesamtkollektiv (n=511)

Außer in wenigen begründeten Ausnahmen erhielten alle operativ versorgten Patienten eine fünf- bis zehntägige antibiotische Infektionsprophylaxe, die zumeist mit Augmentan 825/125 mg (2/Tag) durchgeführt wurde. Bei Penicillinallergie erfolgte die antibiotische Infektionsprophylaxe mit Clindamycin 600 mg (3/Tag) für ca. zehn Tage oder mit Zyvoxid 600 mg (2/Tag) für ca. 14 Tage.

In Tabelle 2 sind die Therapieart und der Dislokationsgrad der Unterkieferfrakturen gegenübergestellt.

	operativ		operativ+MMF		nicht operativ mittels MMF		nicht operativ mittels weicher Kost	
	n	Prozent	n	Prozent	n	Prozent	n	Prozent
nicht disloziert n=180	40	7,8%	17	3,3%	98	19,2%	25	4,9%
disloziert n=251	184	36%	30	5,9%	32	6,3%	5	1%
stark disloziert n=80	61	11,9%	9	1,8%	10	2%	-	-
Gesamt	285	55,8%	56	11%	140	27,4%	30	5,9%

Tabelle 2: Therapieart bezogen auf den Dislokationsgrad der Frakturen (n=511). Die Prozentzahlen beziehen sich auf die Anzahl aller Frakturen

Operativ versorgt wurden insgesamt 341 der 511 Unterkieferfrakturen. Die operativen Zugänge wurden transoral, transkutan (submandibulär oder transparotideal) oder kombiniert transoral und transkutan angelegt. Bei Kieferwinkelfrakturen erfolgte teilweise eine transorale Darstellung in Kombination mit einem transbukkalen Zugang. Dabei erhielten 204 Frakturen eine Osteosyntheseversorgung über einen transoralen (59,8% der Frakturen), 114 Frakturen über einen transkutanen (33,4% der Frakturen) und 23 über einen

kombiniert transoralen und transkutanen Operationszugang (6,7% der Frakturen). Diese Verteilung ist in Abbildung 27 graphisch dargestellt. Der hohe Anteil an transkutanen Zugängen ist wahrscheinlich dadurch bedingt, dass in der Klinik und Poliklinik der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der LMU München Kiefergelenkfrakturen überwiegend über einen transkutanen Zugang versorgt wurden. Die transorale Versorgung der Kiefergelenkfortsatzfrakturen wurde hier erst ab 2007 begonnen. Gegenwärtig wird der transorale Zugang als Mittel der Wahl verwendet, da postoperative Komplikationen bei transkutanen Zugängen vermehrt auftreten (postoperative Infektionen, Läsionen des N. facialis).

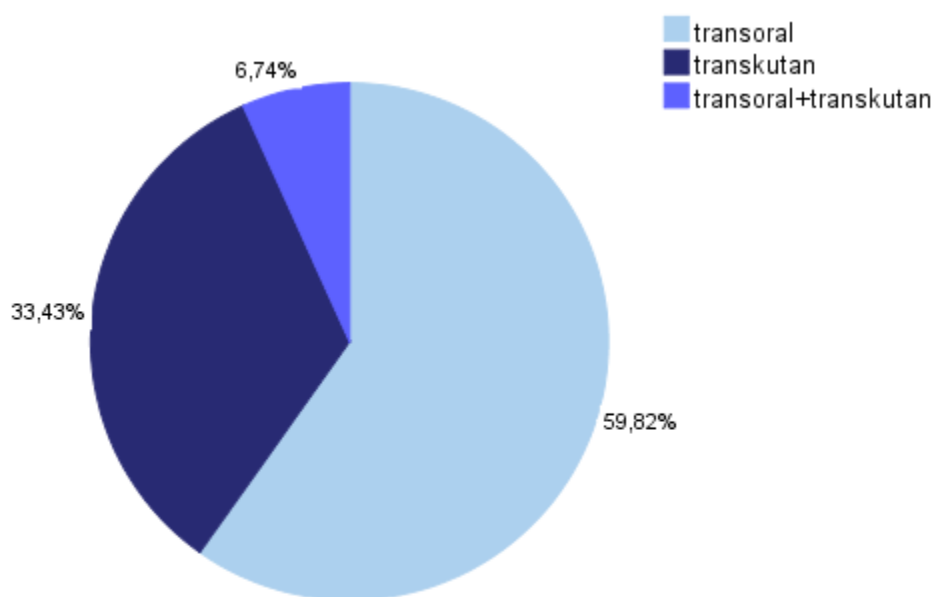


Abbildung 27: OP-Zugänge der operativ versorgten Frakturen (n=353)

3.2 Patienten mit Komplikationen

3.2.1 Komplikationsarten

Im Laufe der Nachbehandlung wurde bei insgesamt 45 der 324 Patienten mindestens eine Komplikation festgestellt, was einer Gesamtkomplikationsrate von 13,9% bezogen auf das Patientenkollektiv entspricht. Die Komplikationen waren Infektionen im Bereich des Frakturspalts, Nervenläsionen des N. alveolaris inferior und des N. facialis, Pseudarthrosen, intraoral freiliegendes, gelockertes oder frakturiertes Osteosynthesematerial, Okklusionsstörungen und Speichelfisteln. Insgesamt wurden 56 Komplikationen bei den 45 Patienten festgestellt. Diese sind in Abbildung 28 graphisch und in Tabelle 3 einzeln dargestellt. Betrachtet man die Frakturen einzeln wurden bei 49 Frakturen Komplikationen festgestellt, was einen

Anteil von 9,6% ausmacht. Der höhere prozentuale Anteil in Tabelle 3 mit 11,0% ist dadurch zu erklären, dass bei manchen Frakturen mehrere Komplikationen auftraten.

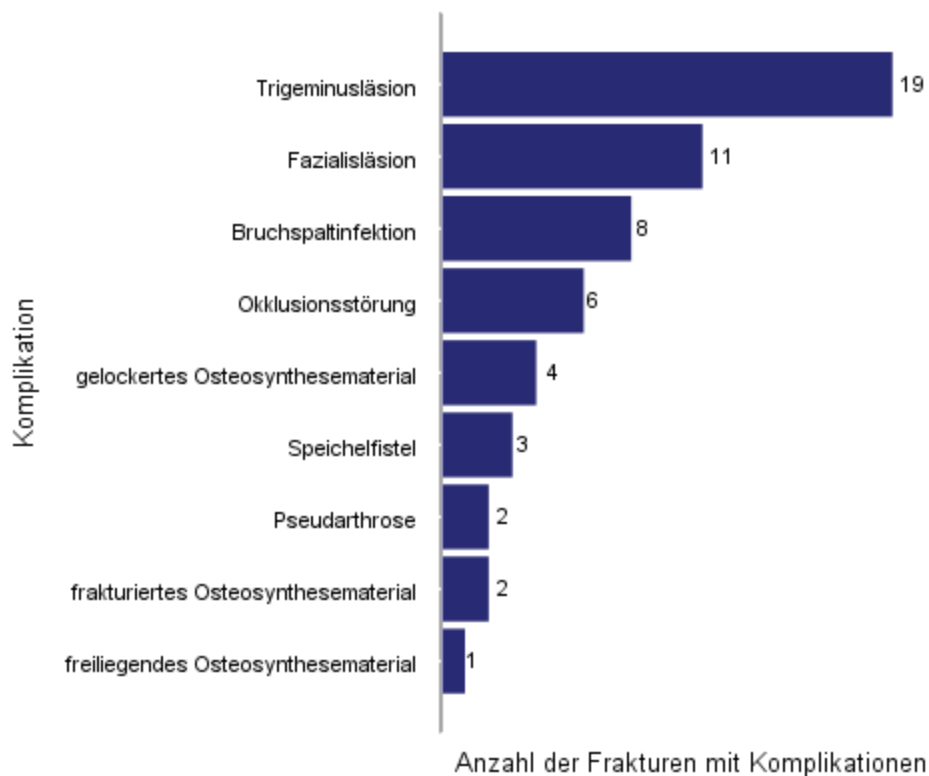


Abbildung 28: Komplikationsarten im Gesamtkollektiv (n=56)

	Anzahl der Komplikationen n=56	Prozentanteil aller Frakturen (von 511)
Infektionen im Frakturbereich	8	1,6%
Trigeminiisläsion	19	3,7%
Fazialisisläsion	11	2,2%
Pseudarthrose	2	0,4%
Gelockertes Osteosynthesematerial	4	0,8%
Frakturiertes Osteosynthesematerial	2	0,4%
Freiliegendes Osteosynthesematerial	1	0,2%
Speichelfistel	3	0,6%
Okklusionsstörung	6	1,2%
Gesamt	56	11%

Tabelle 3: Komplikationen einzeln im Überblick

Trigemini- und Fazialisisläsionen wurden zusätzlich in temporäre (bis zu sechs Monate andauernde) und protrahierte (über sechs Monate hinaus bestehende) Nervschädigungen unterteilt. Temporäre Läsionen des N. trigeminus traten dabei bei zwölf Frakturen auf (2,4% aller Frakturen), während protrahierte Läsionen dieses

Nerven bei sieben Frakturen diagnostiziert wurden (1,4% aller Frakturen). Bei den Frakturen mit Fazialisläsion wurden bei acht Frakturen (1,6% aller Frakturen) temporäre Nervtraumata und bei drei Frakturen mit Fazialisläsion ein protrahiertes Nervtrauma (0,6% aller Frakturen) festgestellt. Von den Trigemiusläsionen wurde bei 18 Frakturen eine Hypästhesie (3,5% aller Frakturen) und bei einer Fraktur eine Anästhesie (0,2%) festgestellt. Eine Parästhesie wurde bei keiner Fraktur angegeben.

3.2.2 Geschlechterverteilung der Patienten mit Komplikationen

Bei den 45 Patienten, die nach der Behandlung eine Komplikation aufwiesen, sind 32 Patienten männlich und 13 weiblich, wie in Abbildung 29 graphisch dargestellt. Dies entspricht einem Verhältnis von Männern zu Frauen von 2,5:1.

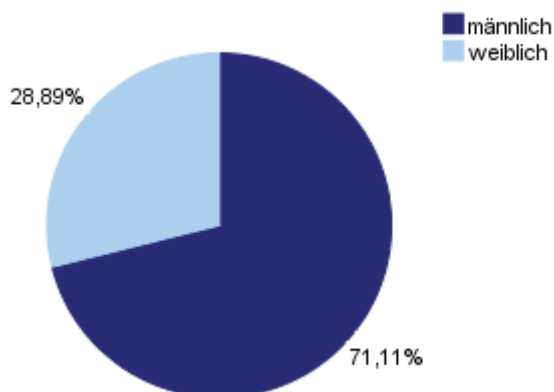


Abbildung 29: Geschlechterverteilung bei Patienten mit Komplikationen (n=45)

Um eine mögliche Beziehung zwischen dem Geschlecht der Patienten und dem Auftreten einer Komplikation herzustellen, wurde der Chi-Quadrat Test nach Pearson verwendet. In diesem konnte kein signifikanter Unterschied ($p=0,733$) festgestellt werden. Es besteht also keine Korrelation zwischen dem Geschlecht und dem Auftreten einer Komplikation. In Abbildung 30 wurden die beiden Merkmale gegenübergestellt.

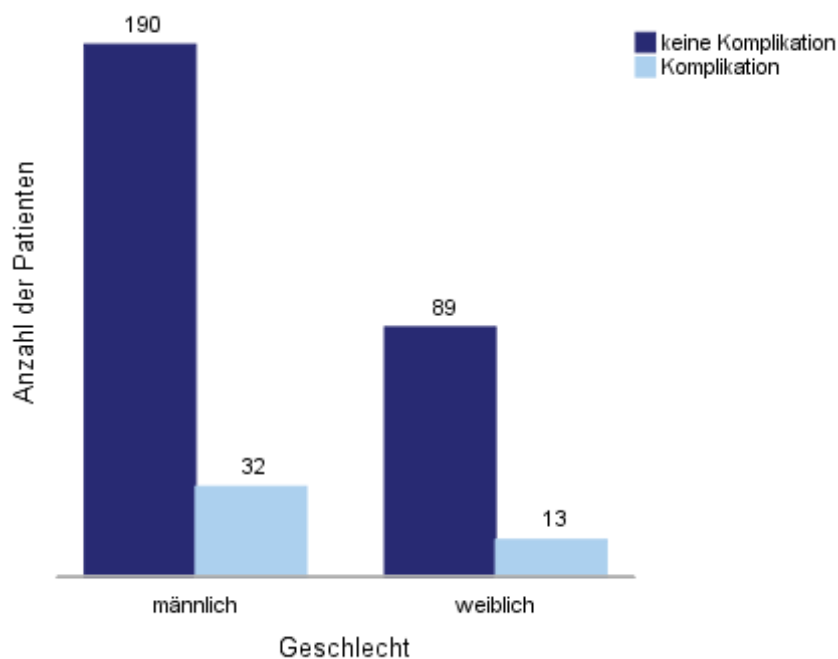


Abbildung 30: Zusammenhang Geschlecht-Komplikation (n=324)

3.2.3 Altersverteilung der Patienten mit Komplikationen

Das durchschnittliche Alter der 45 Patienten mit Komplikationen betrug 32,7 Jahre mit einer Standardabweichung von 12,194. Die männlichen Patienten hatten ein durchschnittliches Alter von 31,9 Jahren, während bei den Patientinnen der Mittelwert 34,5 Jahre betrug. Somit waren die Männer mit Komplikationen durchschnittlich 0,8 Jahre älter und die Frauen mit Komplikationen 0,4 Jahre jünger bezogen auf alle Patienten dieser Studie. Der jüngste Patient war 14 Jahre, der älteste 59 Jahre alt. Die Altersverteilung der Patienten mit Komplikationen zeigt Abbildung 31.

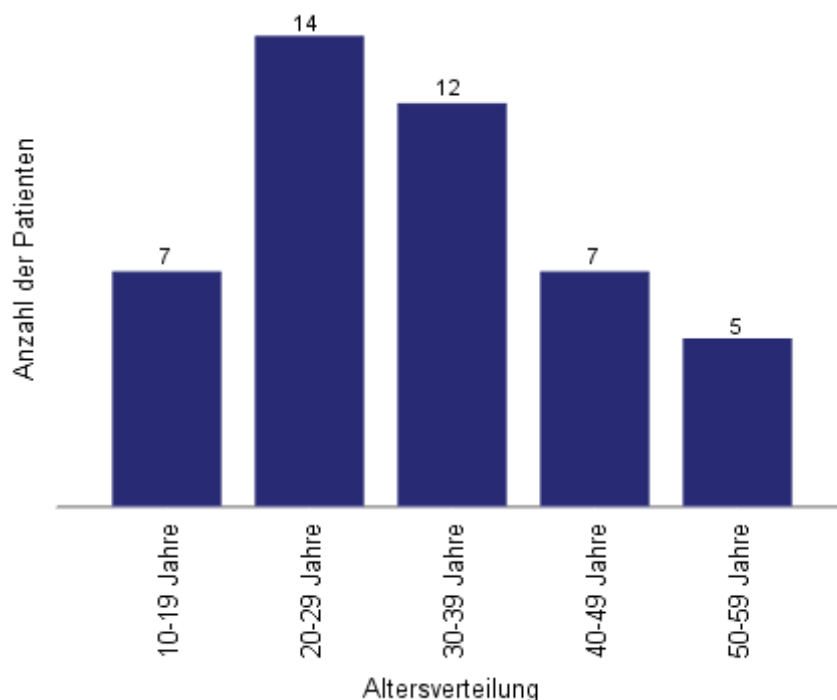


Abbildung 31: Altersverteilung der Patienten mit Komplikationen (n=45)

Um eine mögliche Korrelation zwischen dem Alter der Patienten bei Diagnosestellung und einer möglichen Komplikation herzustellen wurde zur Berechnung der Mann-Whitney-U-Test angewendet. Mit diesem konnte kein signifikanter Zusammenhang ($p=0,070$) festgestellt werden. Dennoch kann hier die Tendenz beschrieben werden, dass bei älteren Patienten bei Unterkieferfrakturen eine höhere Gefahr besteht eine Komplikation zu erleiden als bei jüngeren Patienten. Der Medianwert der Patienten mit Unterkieferfraktur, die keine Komplikation erlitten, lag bei 25 Jahren, während er bei den Patienten mit Komplikationen 31 Jahre betrug.

3.2.4 Frakturanzahl der Patienten mit Komplikationen

Bei den 45 Patienten mit Komplikationen wiesen 14 eine einfache Unterkieferfraktur, 26 eine doppelte Unterkieferfraktur und fünf eine dreifache Unterkieferfraktur auf, was in Abbildung 32 graphisch dargestellt ist.

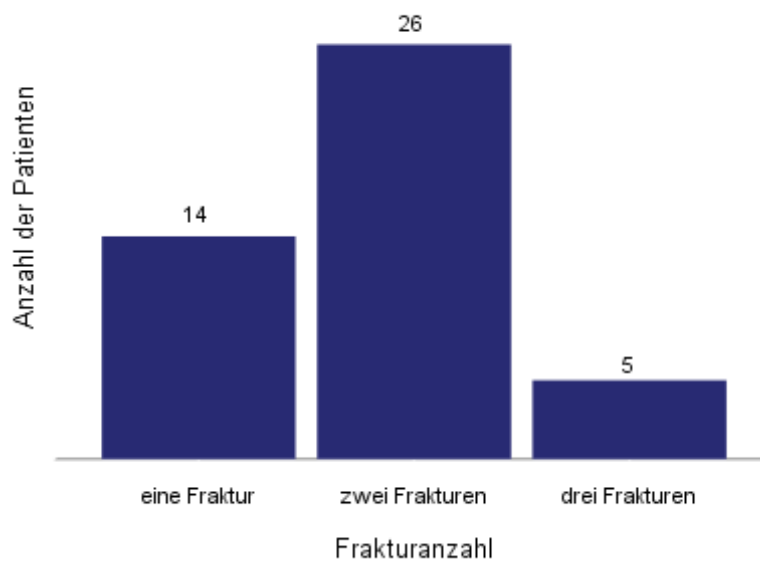


Abbildung 32: Frakturanzahl bei Patienten mit Komplikationen (n=45)

Bei Gegenüberstellung der Frakturanzahl und dem Auftreten von Komplikationen konnte im Exakten Test nach Fisher ein signifikanter Unterschied ($p=0,017$) berechnet werden. In Bezug zu allen Patienten dieser Studie zeigen Patienten mit einfachen Frakturen (8,6%) eine geringere Gefahr eine Komplikation zu erleiden, als Patienten mit zweifachen (19%) oder dreifachen Frakturen (20%). Frakturanzahl und Komplikation sind in Abbildung 33 graphisch dargestellt.

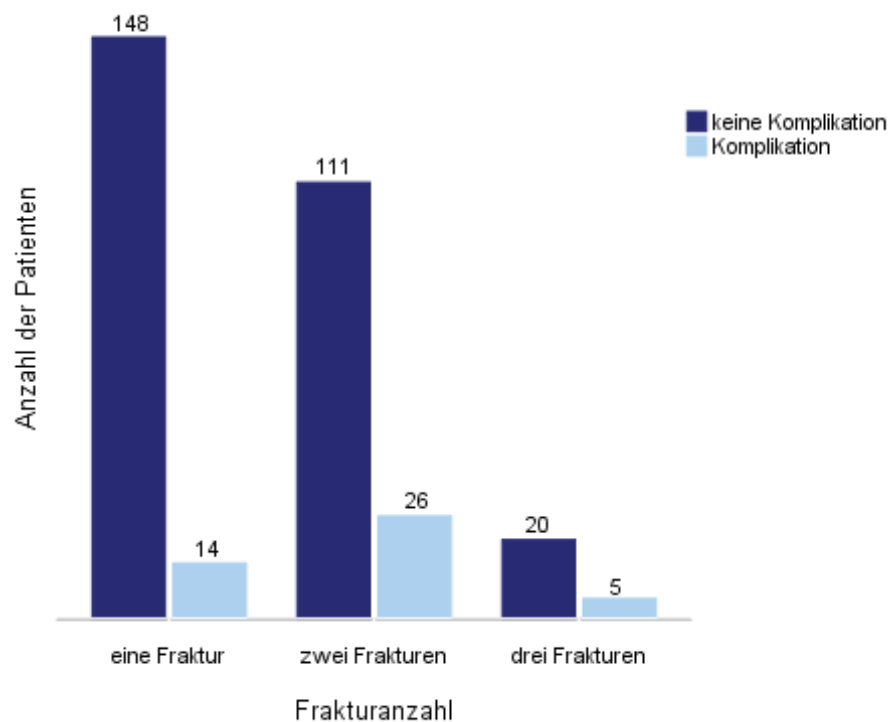


Abbildung 33: Zusammenhang Frakturanzahl-Komplikation (n=324)

3.2.5 Frakturlokalisationen der Frakturen mit Komplikationen

Die Frakturlokalisationen der Frakturen mit Komplikation sind in Abbildung 34 gezeigt. Gelenkfortsatzfrakturen machten hier den größten Anteil aus. Bei vier Patienten wurden Komplikationen bei zwei unterschiedlich lokalisierten Unterkieferfrakturen diagnostiziert. Dadurch ergibt sich eine Frakturanzahl von 49.

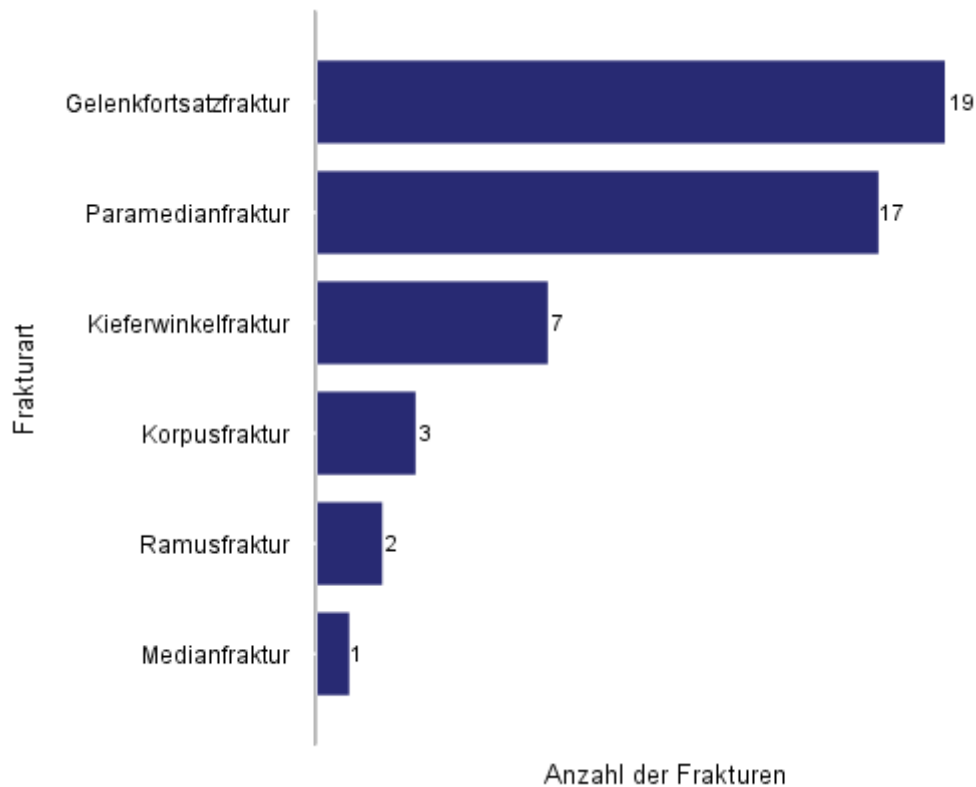


Abbildung 34: Frakturlokalisationen der Unterkieferfrakturen mit Komplikationen (n=49)

In Tabelle 4 sind Komplikationsart und Frakturlokalisation gegenübergestellt. Dass hier 56 Komplikationen und damit 56 Frakturen aufgelistet sind liegt daran, dass bei einzelnen Frakturen mehrere Komplikationen auftraten.

	Gelenkfortsatz	Paramedian	Kieferwinkel	Korpus	Ramus	Median
Bruchspaltinfektion	1	3	1	3	-	-
Trigeminusläsion	-	14	3	-	2	-
Fazialisläsion	11	-	-	-	-	-
Okklusionsstörung	4	-	2	-	-	-
gelockertes Osteosynthesematerial	-	-	4	-	-	-
frakturiertes Osteosynthesematerial	2	-	-	-	-	-
freiliegendes Osteosynthesematerial	-	-	-	-	-	1
Speichelfistel	2	-	1	-	-	-
Pseudarthrose	-	1	1	-	-	-
Gesamt	20	18	12	3	2	1

Tabelle 4: Komplikationsarten bezogen auf die Frakturlokalisation (n=56)

Um festzustellen, ob eine Verbindung zwischen der Frakturlokalisation und einer aufgetretenen Komplikation besteht, wurde nach dem Exakten Test nach Fisher ausgewertet. Hier beziehen sich die Berechnungen wieder auf die 49 Frakturen mit einer oder auch mehreren Komplikationen pro Fraktur. Es konnte zwar kein

signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,229$), dennoch ist bei manchen Frakturarten die Gefahr eine Komplikation zu erleiden höher als bei anderen Frakturen. Vor allem Paramedian- (15,3%) und Ramusfrakturen (11,1%) zeigen hier ein erhöhtes Risiko. Im Gegensatz dazu ist bei Gelenkfortsatz- (9,6%), Kieferwinkel- (8%) und Korpusfrakturen (6,5%) das Risiko geringer. Bei Medianfrakturen wurde nur bei einer Fraktur eine Komplikation festgestellt (7,1%), bei Gelenkwalzen- und Muskelfortsatzfrakturen gar keine. In Abbildung 35 werden das Auftreten einer Komplikation und die jeweilige Frakturart gegenübergestellt.

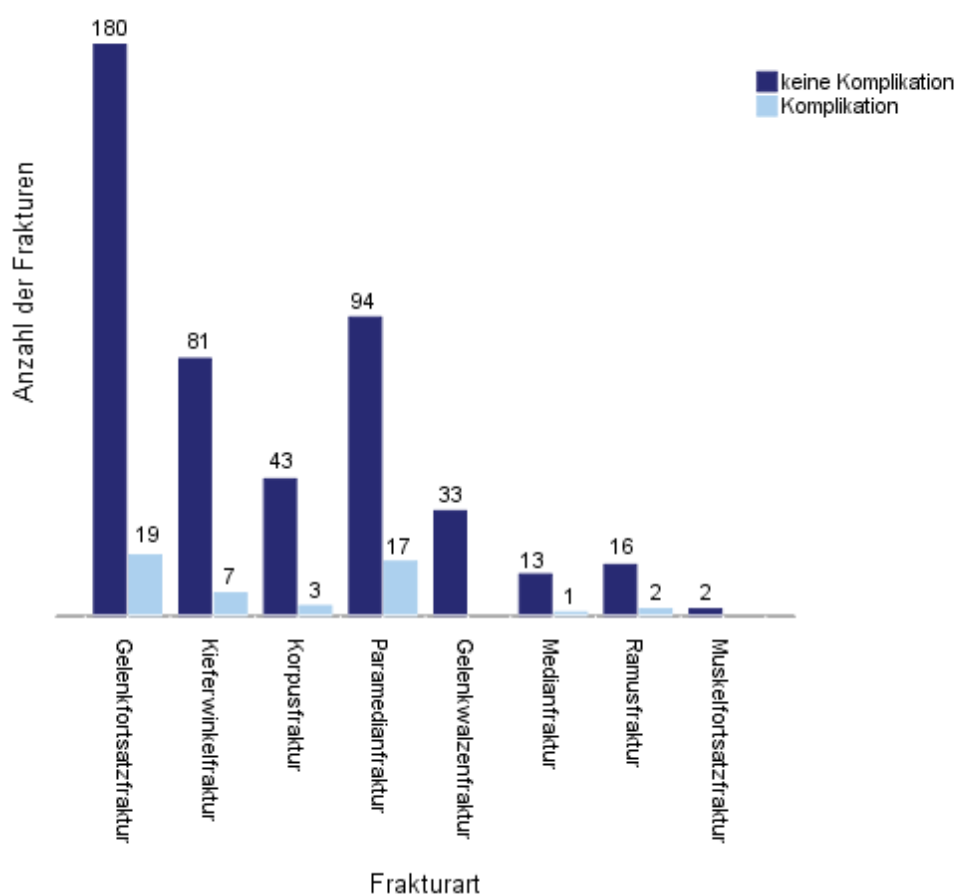


Abbildung 35: Zusammenhang Frakturlokalisierung-Komplikation (n=511)

3.2.6 Therapievarianten und Dislokationsgrad der Frakturen mit Komplikationen

Bei einem Patienten mit einer Fraktur mit Komplikation war als Therapie weiche Kost verordnet worden. Drei Patienten mit drei Frakturen erfuhren eine rein nicht operative Therapie mittels mandibulo-maxillärer Fixation und Ruhigstellung. Bei neun Patienten mit zehn Frakturen mit Komplikation wurde eine kombiniert operativ-

nicht operative Therapie angewandt. Bei ihnen erfolgte sowohl eine operative Intervention als auch eine mandibulo-maxilläre Fixation und Ruhigstellung. Eine ausschließlich operative Versorgung wurde bei 32 Patienten mit 35 Frakturen durchgeführt. Diese Ergebnisse sind in Abbildung 36 graphisch dargestellt.

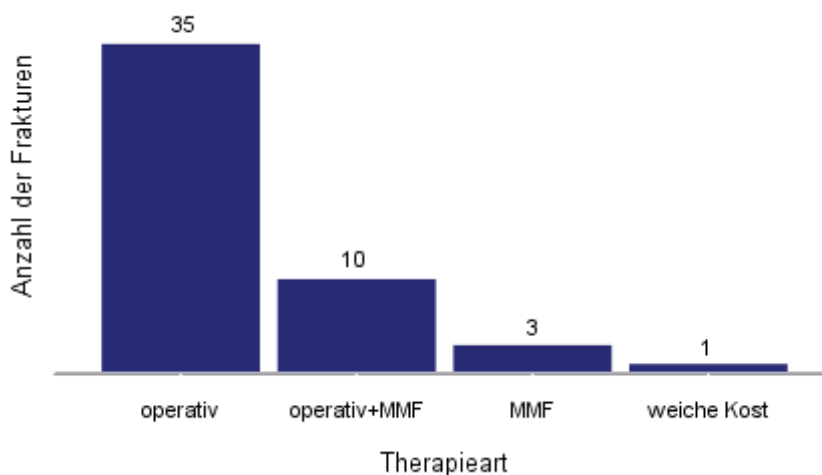


Abbildung 36: Therapieart der betroffenen Frakturen bei den Patienten mit Komplikationen (n=49)

Speichelfisteln können nur nach einem von extraoral (transparotideal) angelegten Zugang entstehen. Dies ist insbesondere interessant für die operativ versorgten Gelenkfortsatzfrakturen. Von den 86 operativ versorgten Gelenkfortsatzfrakturen wurde bei zwei Frakturen (2,3% der operativ versorgten Gelenkfortsatzfrakturen) eine Speichelfistel festgestellt.

Die detaillierte Darstellung der Patienten mit Infektion im Frakturbereich erfolgt in Kapitel 3.3.

Um einen möglichen Zusammenhang zwischen der vorgenommenen Therapie (rein operativ, kombiniert operativ-nicht operativ (operativ + mandibulo-maxilläre Fixation wegen assoziierter Gelenkfortsatzfraktur) und nicht operativ mittels Schienung oder Ernährung mit weicher Kost) und dem Auftreten einer Komplikation herzustellen wurde der Chi-Quadrat-Test nach Pearson angewandt. Es konnte ein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p < 0,0001$). Somit bestand bei einer nicht operativen Therapie mittels mandibulo-maxillärer Fixation (2,1%) und mittels weicher Kost (3,3%) eine geringere Gefahr einer Komplikation als bei jeder anderen hier durchgeführten Therapie. Bei einer kombinierten Therapie (operativ + mandibulo-maxilläre Fixation wegen assoziierter Gelenkfortsatzfraktur) ist die Wahrscheinlichkeit höher, dass eine Komplikation entsteht (17,9%). Gleiches gilt bei

einer operativen Therapie (12,3%). In Abbildung 37 werden die Therapieart und das Auftreten von Komplikationen gegenübergestellt.

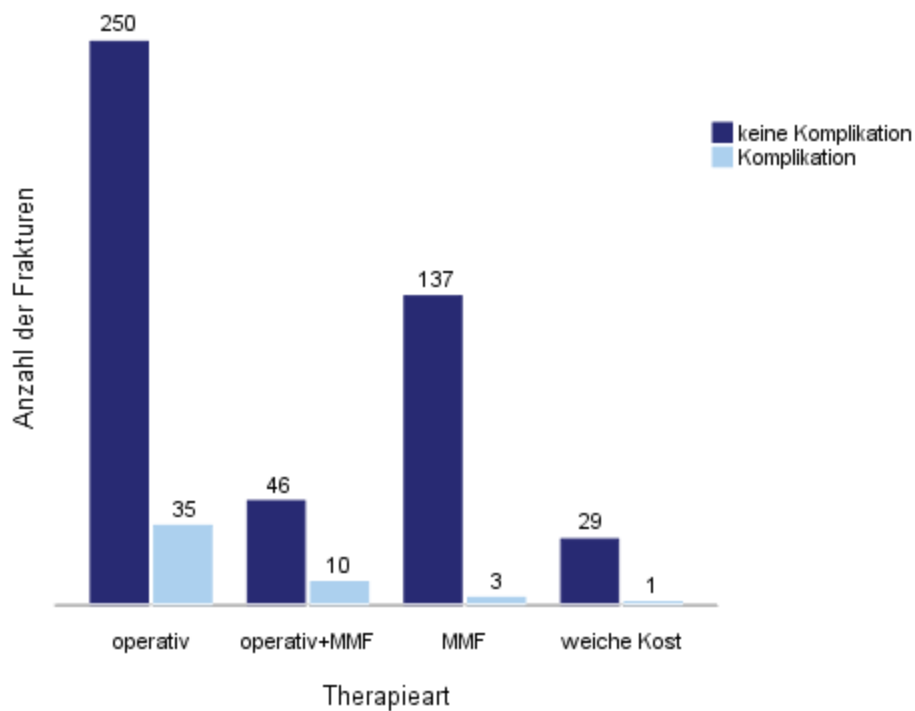


Abbildung 37: Zusammenhang Therapieart-Komplikation (n=511)

Die Wahl der Therapieart ist aber auch abhängig vom Dislokationsgrad der jeweiligen Unterkieferfraktur. Der Dislokationsgrad der Frakturen mit Komplikationen ist in Abbildung 38 gezeigt.

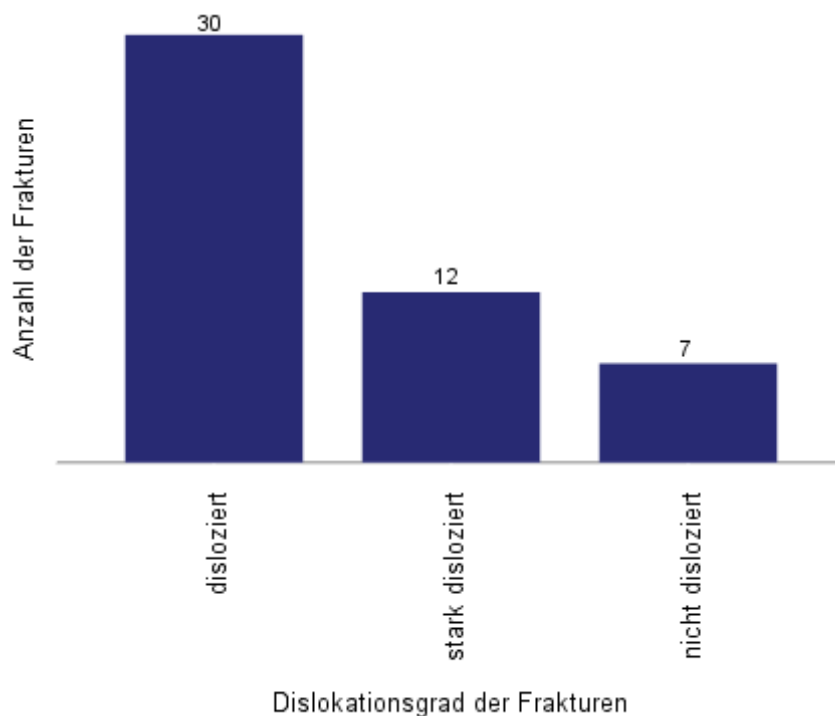


Abbildung 38: Dislokationsgrad der Frakturen mit Komplikationen (n=49)

Wie in Kapitel 3.1.7 (Tabelle 2, S.48) dargestellt wurden die dislozierten und stark dislozierten Frakturen häufiger mittels operativer Therapie versorgt. Dagegen wurde bei nicht dislozierten Frakturen meist eine nicht operative Therapieform gewählt. Stark dislozierte Frakturen tragen per se ein höheres Komplikationsrisiko als nicht oder nur leicht dislozierte Frakturen. Aus diesem Grund muss hier auch der Dislokationsgrad der Frakturen mit Komplikationen dargelegt werden.

In dieser Studie soll auch erörtert werden, ob ein Zusammenhang zwischen dem Dislokationsgrad einer Unterkieferfraktur und dem Auftreten einer Komplikation besteht. Um einen möglichen Zusammenhang herzustellen wurde der Chi-Quadrat-Test nach Pearson angewandt. Dabei konnte ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden ($p=0,004$), was in Abbildung 39 graphisch dargestellt wird. Daraus geht hervor, dass bei nicht dislozierten Frakturen eine geringere Gefahr besteht, eine Komplikation zu erleiden (3,9%). Dislozierte Frakturen zeigen ein höheres Risiko (12,0%). Bei stark dislozierten Frakturen ist das Risiko einer Komplikation wie zu erwarten am höchsten (15,0%).

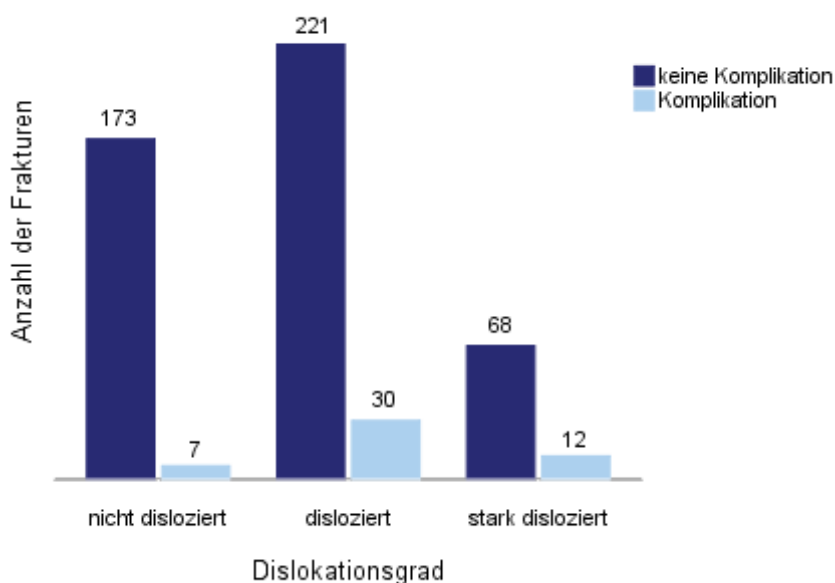


Abbildung 39: Zusammenhang Dislokation-Komplikation (n=511)

In Tabelle 5 ist die Therapieart der Frakturen mit Komplikation dem jeweiligen Dislokationsgrad gegenübergestellt.

	operativ n=35		operativ+ MMF n=10		MMF n=3		weiche Kost n=1	
	n	Prozent (von 285)	n	Prozent (von 56)	n	Prozent (von 140)	n	Prozent (von 30)
nicht disloziert n=7	2	0,7%	1	1,8%	3	2,1%	1	3,3%
disloziert n=30	24	8,4%	6	10,7%	-	-	-	-
stark disloziert n=12	9	3,6%	3	5,4%	-	-	-	-
Gesamt	35	12,3%	10	17,9%	3	2,1%	1	3,3%

Tabelle 5: Therapieart der Frakturen mit Komplikation bezogen auf den Dislokationsgrad der Frakturen (n=49). Die Prozentzahl bezieht sich auf den Anteil der Frakturen an der jeweiligen Therapieart

Keine der 49 Unterkieferfrakturen mit Komplikation war eine Trümmerfraktur.

Von den 49 Unterkieferfrakturen mit Komplikationen wurden 45 operativ, beziehungsweise kombiniert operativ-nicht operativ (35 Frakturen operativ und zehn Frakturen operativ mit zusätzlicher postoperativer Schienung mittels MMF wegen assoziierter Gelenkfortsatzfraktur) versorgt. Die Komplikation trat bei den zehn Patienten, die kombiniert behandelt wurden immer auch an der Stelle auf, welche operativ versorgt wurde. Betrachtet man nun die operativen Zugänge, wurden 22 Frakturen mit Komplikation über einen transoralen (48,9%), 21 über einen transkutanen (46,7%) und zwei sowohl über einen transoralen als auch einen

transkutanen Zugang (4,4%) versorgt. Dieses Ergebnis ist in Abbildung 40 graphisch gezeigt.

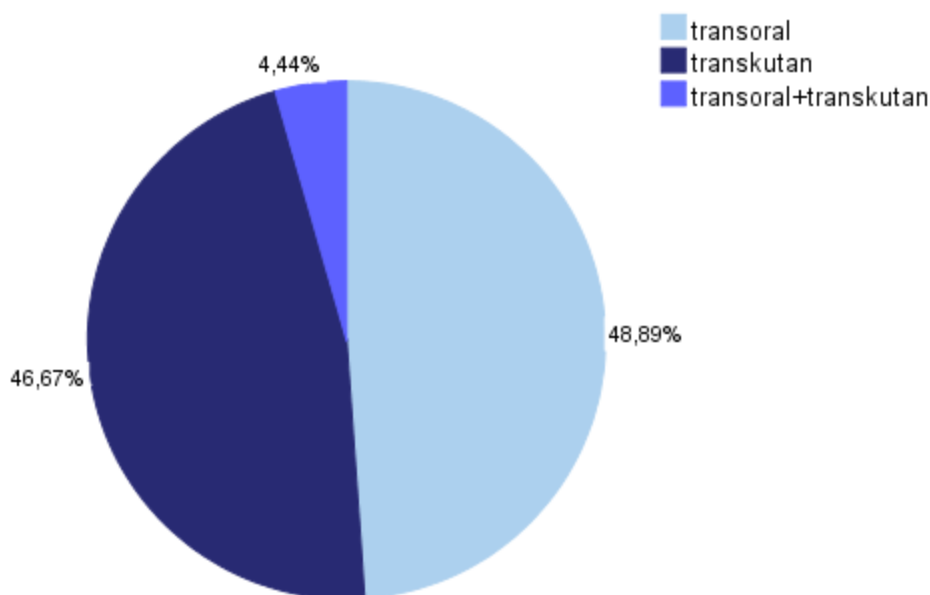


Abbildung 40: OP-Zugänge der Frakturen mit Komplikationen (n=45)

Die operativen Zugänge sind gerade bei den Komplikationen Speichelfistel und Fazialisläsion interessant, da diese Komplikationen über die operativen Zugänge entstehen können. Fazialisläsionen traten bei insgesamt elf Frakturen auf, welche alle über einen transkutanen Zugang versorgt wurden. Speichelfisteln traten bei drei Frakturen (zwei Gelenkfortsatz- und eine Kieferwinkelfraktur) nach Operationen über einen transkutanen (transparotidealen) Zugang auf.

3.3 Patienten mit Infektion im Frakturbereich

Die Kriterien für eine Infektion waren Schwellung und Abszedierung im Bereich der Unterkieferfraktur nach erfolgter operativer oder nicht operativer Behandlung. Insgesamt wiesen acht der 324 Patienten (2,5%) eine Infektion im Frakturbereich auf. Bezogen auf die Frakturanzahl (n=511) macht dies einen Anteil von 1,6% aus. Bei einem Patienten war die Fraktur bereits vor der Behandlung infiziert. Er stellte sich erst am vierten posttraumatischen Tag in der Klinik vor. Bei den sieben anderen Patienten trat die Infektion im Frakturbereich erst nach der Behandlung auf. Aufgrund der geringen Fallzahlen ist bei den statistischen Berechnungen keine Signifikanz zu erwarten. Hier können nur Tendenzen beschrieben werden.

3.3.1 Geschlechterverteilung der Patienten mit Infektion im Frakturbereich

Von den acht Patienten waren sechs männlich und zwei weiblich (siehe Abbildung 41). Dies entspricht einem Verhältnis männlich zu weiblich von 3:1.

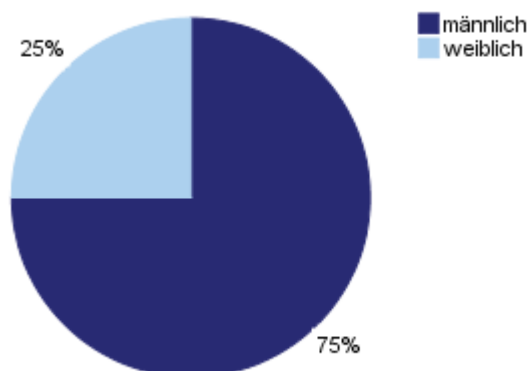


Abbildung 41: Geschlechterverteilung bei Patienten mit Infektion im Frakturbereich (n=8)

Um einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Infektion und dem Geschlecht der Patienten mit Infektionen herzustellen, wurde im Statistikprogramm der Chi-Quadrat-Test nach Pearson verwendet. Bei der Analyse der Daten konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,733$). Eine Gegenüberstellung von Infektion im Frakturbereich und Geschlecht ist nochmals in Abbildung 42 dargestellt.

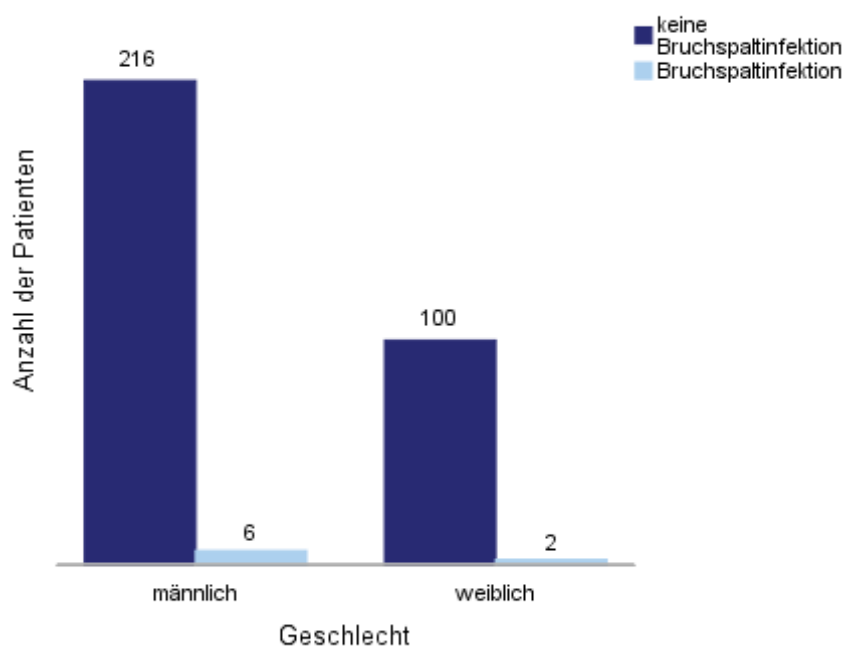


Abbildung 42: Zusammenhang Geschlecht-Infektion im Frakturbereich (n=324)

3.3.2 Altersverteilung der Patienten mit Infektion im Frakturbereich

Durchschnittlich waren die Patienten mit Infektion im Frakturbereich 38,3 Jahre alt bei einer Standardabweichung von 6,69. Der jüngste Patient war bei Diagnosestellung 30 Jahre, der älteste 50 Jahre alt. Im Durchschnitt wiesen die männlichen Patienten ein Alter von 39,3 Jahren auf, während die Patientinnen ein durchschnittliches Alter von 35,0 Jahren zeigten. Die Altersverteilung bei den Patienten mit Infektion im Frakturbereich wird in Abbildung 43 dargestellt.

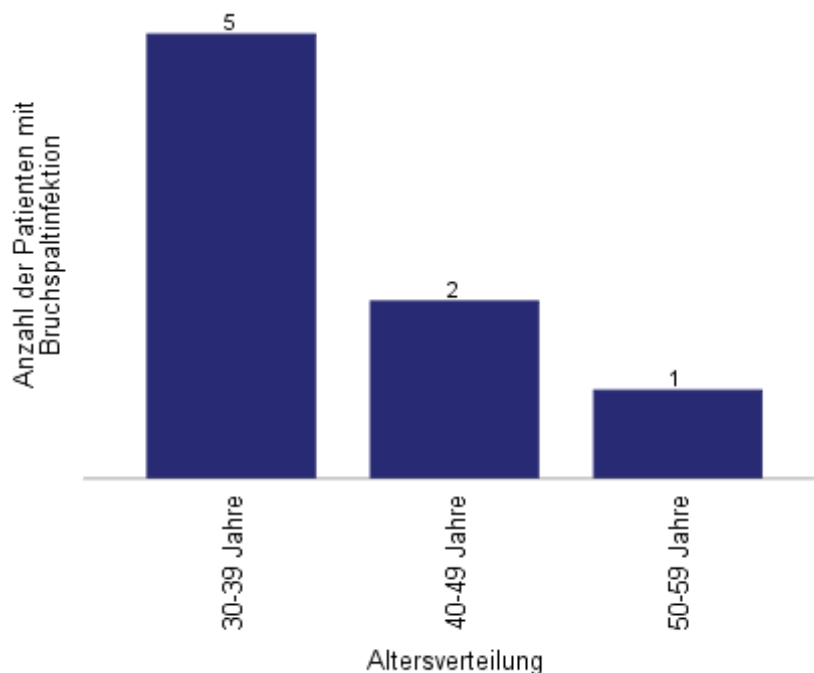


Abbildung 43: Altersverteilung der Patienten mit Infektion im Frakturbereich (n=8)

Bei Gegenüberstellung des Alters der Patienten und dem Auftreten einer Infektion im Frakturbereich konnte mittels Mann-Whitney-U-Test ein signifikanter Zusammenhang von $p=0,023$ festgestellt werden. Bei den Patienten, die nach der Behandlung keine Infektion aufwiesen, lag der Median bei 25 Jahren. Dagegen wiesen die Patienten, bei denen eine Infektion diagnostiziert wurde, einen Median von 38,5 Jahren auf. Somit haben ältere Patienten bei Unterkieferfrakturen ein höheres Risiko einer Infektion im Frakturbereich.

3.3.3 Frakturanzahl der Patienten mit Infektion im Frakturbereich

Von den acht Patienten mit Infektion im Frakturbereich wiesen zwei eine einfache Unterkieferfraktur und sechs eine doppelte Unterkieferfraktur auf, wie in Abbildung 44 dargestellt.

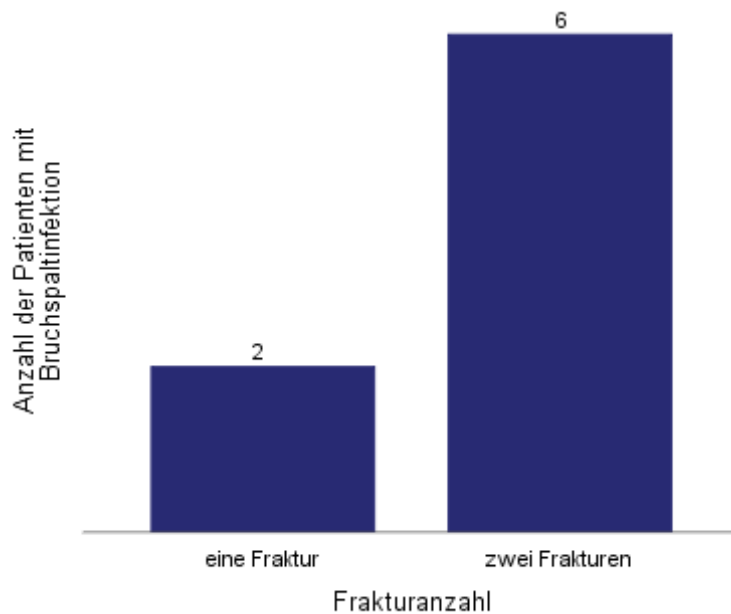


Abbildung 44: Frakturanzahl der Patienten mit Infektion im Frakturbereich (n=8)

Um eine mögliche Beziehung zwischen der Frakturanzahl und dem Risiko einer Infektion im Frakturbereich herzustellen, wurde der Exakte Test nach Fisher angewandt. Dabei wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt ($p=0,244$). Dennoch ist hier die Tendenz erkennbar, dass doppelte Unterkieferfrakturen häufiger eine Infektion entwickeln (4,4%) als einfache (1,2%) oder dreifache Frakturen (0%). Frakturanzahl und das Auftreten einer Infektion im Frakturbereich wurden in Abbildung 45 graphisch gegenübergestellt.

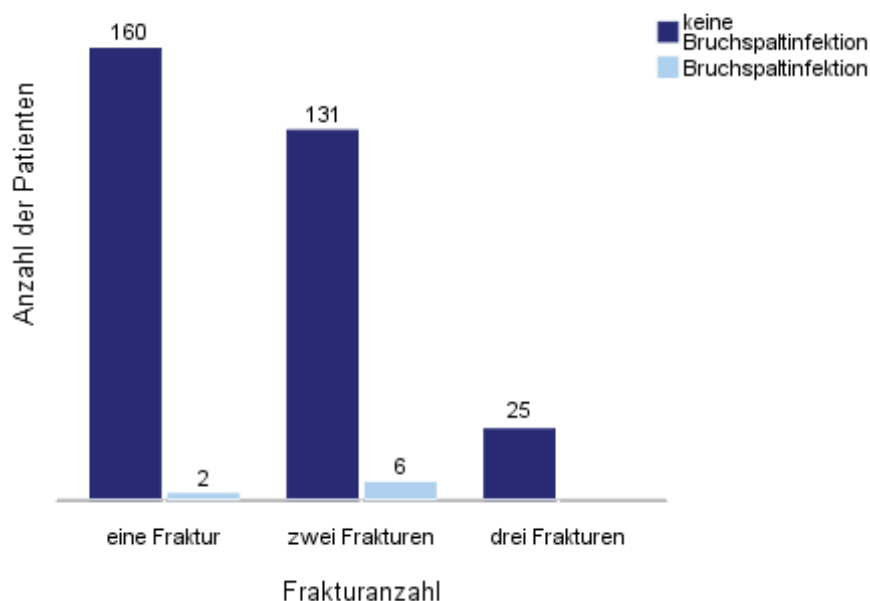


Abbildung 45: Zusammenhang Frakturanzahl-Infektion im Frakturbereich (n=324)

3.3.4 Frakturlokalisationen der Frakturen mit Infektion im Frakturbereich

Bezogen auf alle 511 Frakturen traten bei acht Frakturen Infektionen auf, was einem Anteil von 1,6% entspricht. Dabei traten die Infektionen bei mehrfachen Frakturen nur an einer Lokalisation auf. Die Frakturarten der acht Patienten, welche nach der Behandlung eine Infektion im Frakturbereich erlitten, sind in Tabelle 6 dargestellt.

Frakturtyp	Häufigkeit
Korpusfraktur+Gelenkfortsatzfraktur	2
Korpusfraktur	1
Paramedianfraktur	1
Gelenkfortsatzfraktur+Gelenkwalzenfraktur	1
Paramedianfraktur+Ramusfraktur	1
Paramedianfraktur+Gelenkfortsatzfraktur	1
Kieferwinkelfraktur+Gelenkfortsatzfraktur	1
Gesamt	8

Tabelle 6: Frakturarten der Patienten mit Infektion im Frakturbereich (n=8). Die infizierten Frakturen sind fett gedruckt dargestellt.

Ohne Frakturen im Bereich des Gelenkfortsatzes beziehungsweise der Gelenkwalze traten bei sieben Frakturen Infektionen auf. Das entspricht 2,7% bezogen auf alle Frakturen exklusive der Frakturen der Kiefergelenkregion (Gelenkfortsatz-Gelenkwalzen-, Ramus und Muskelfortsatzfrakturen).

In Abbildung 46 sind die jeweiligen Frakturen der Patienten dargestellt, bei denen Infektionen auftraten.

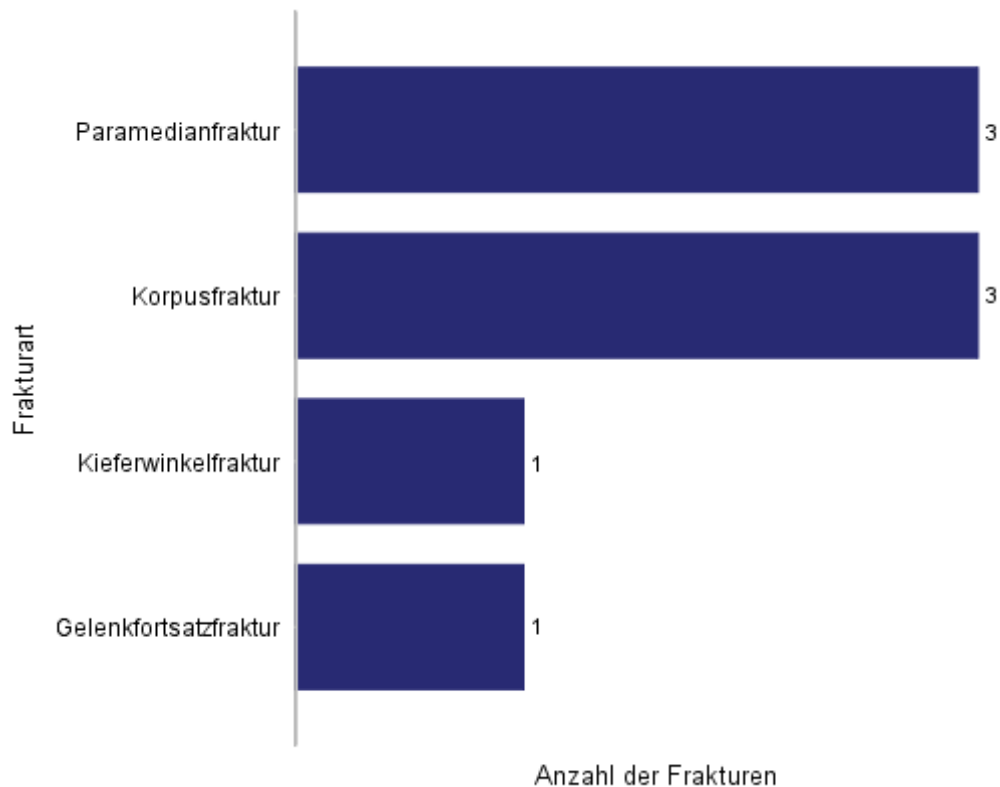


Abbildung 46: Frakturart der Unterkieferfrakturen mit Bruchspaltinfektion (n=8)

Zwischen Frakturart und dem Auftreten einer Infektion im Frakturbereich besteht kein signifikanter Unterschied ($p=0,165$). Dafür wurde der Exakte Test nach Fisher verwendet. Dennoch ist im Vergleich zu anderen Frakturtypen zu vermuten, dass bei Korpusfrakturen eine höhere Gefahr besteht, eine Infektion im Frakturbereich zu erleiden. Gelenkfortsatz- und Gelenkwalzenfrakturen sind dagegen selten von einer Infektion im Frakturbereich betroffen. Die Gegenüberstellung der Frakturarten und einer Infektion ist in Abbildung 47 graphisch dargestellt.

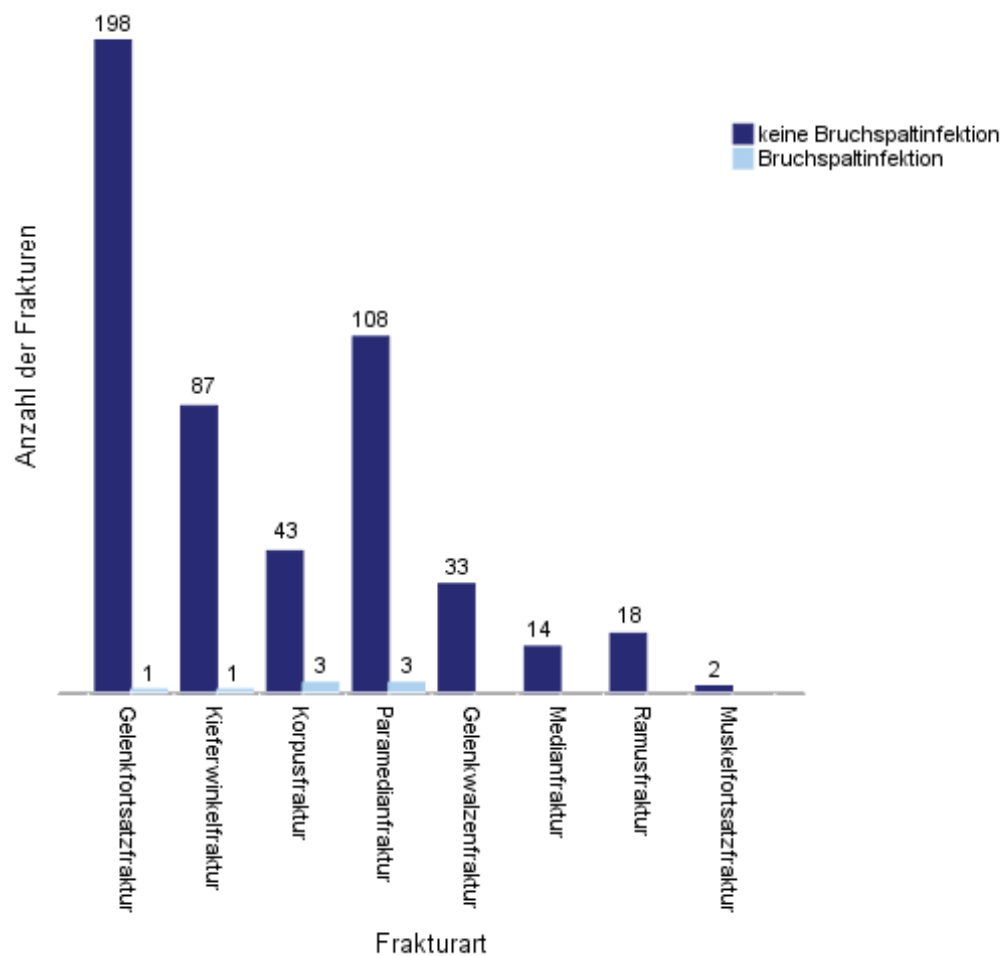


Abbildung 47: Zusammenhang Frakturart-Infektion im Frakturbereich (n=511)

3.3.5 Zähne im Bruchspalt bei den Frakturen mit Infektion im Frakturbereich

Bei der einen Gelenkfortsatzfraktur mit Infektion war naturgemäß kein Zahn im Bruchspalt vorhanden. Sechs der sieben Frakturen mit Bruchspaltinfektion im Bereich Unterkieferkörper, Paramedianregion und Kieferwinkel zeigten einen Zahn im Bruchspalt (siehe Abbildung 48).

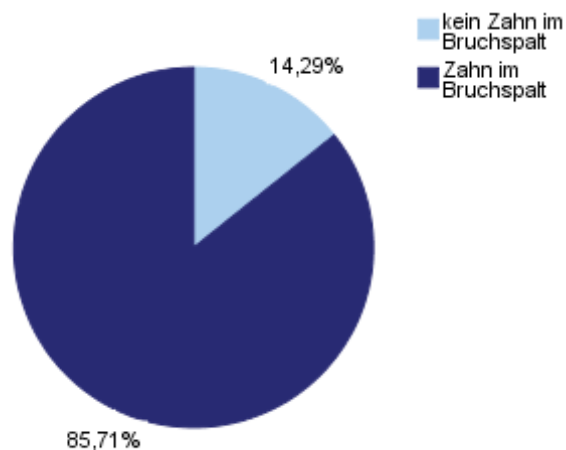


Abbildung 48: Prozentsatz der Frakturen mit Infektion im Frakturbereich mit Zähnen im Bruchspalt (n=7)

Bei den sechs Frakturen mit Zahn im Bruchspalt wurde bei zwei Patienten der Zahn im Bruchspalt während der primären operativen Versorgung entfernt. Hier war jeweils eine Fraktur eine Kieferwinkelfraktur und eine Korpusfraktur. Bei vier Patienten mit Infektion im Frakturbereich wurde der Zahn bei der primären Frakturbehandlung im Bruchspalt belassen. Im Rahmen der folgenden Infektionstherapie wurde dann einer dieser vier Zähne entfernt.

Insgesamt wurden 259 Frakturen des Gesamtkollektivs auf den Bezug Zahn im Bruchspalt untersucht, da diese Frakturen innerhalb der Zahnreihe waren. Dabei wurde bei 241 Frakturen ein Zahn im Bruchspalt festgestellt. 18 Frakturen zeigten keinen Zahn im Bruchspalt. Um eine mögliche Beziehung zwischen einem im Bruchspalt belassenen Zahn und einer Infektion im Frakturbereich herzustellen wurde der Exakte Test nach Fisher verwendet. Dabei konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,400$). In Abbildung 49 werden das Auftreten einer Infektion im Frakturbereich und die Zähne im Bruchspalt gegenübergestellt.

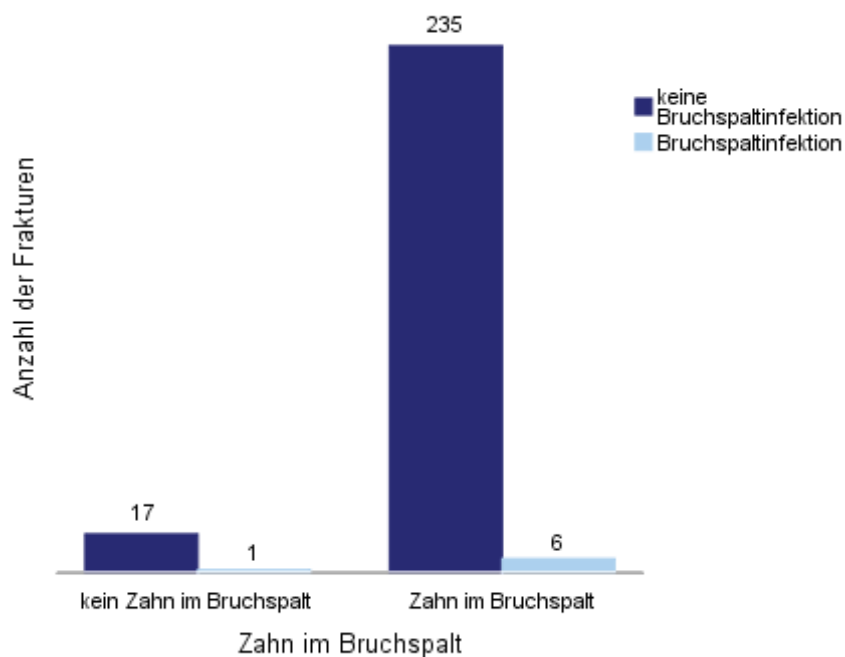


Abbildung 49: Zusammenhang Zahn im Bruchspalt-Infektion im Frakturbereich (n=259)

3.3.6 Primäre Therapie und Dislokationsgrad der Frakturen mit Infektion im Frakturbereich

Von den Frakturen mit Infektion im Frakturbereich wurden sechs primär über eine rein operative Versorgung behandelt. Eine Fraktur wurde kombiniert operativ-nicht operativ mittels Osteosynthese und zusätzlicher postoperativer mandibulo-maxillärer Fixation therapiert und bei einer Fraktur (einem Patienten) wurde eine nicht operative Behandlung über weiche Kost verordnet. Dies zeigt Abbildung 50.

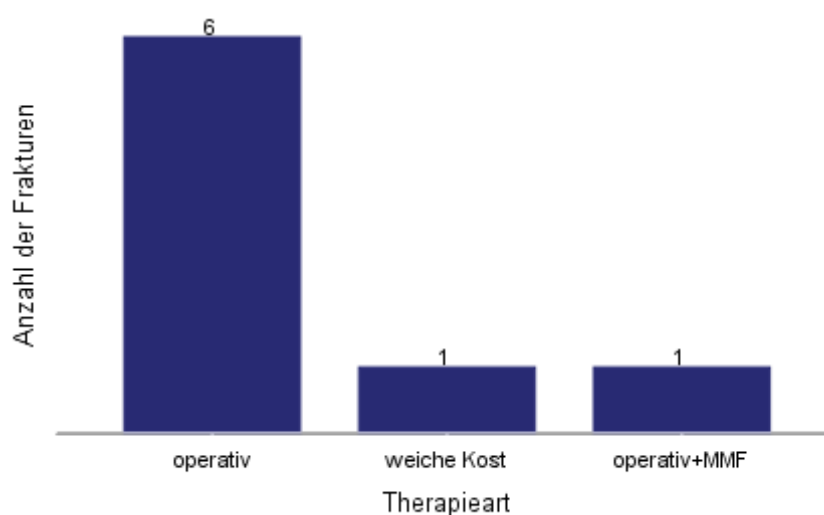


Abbildung 50: Primäre Therapie der ursächlichen Frakturen bei den Patienten mit Infektion im Frakturbereich (n=8)

Um eine mögliche Beziehung zwischen der Therapieart und dem Auftreten einer Infektion im Frakturbereich herzustellen wurde der Exakte Test nach Fisher verwendet. Dabei konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,215$). Dennoch kann hier eine Tendenz beschrieben werden. Eine nicht operative Therapie mittels mandibulo-maxillärer Fixation stellt somit ein geringeres Risiko für eine Infektion im Frakturbereich (0%) dar als eine der anderen Therapiearten (operative Therapie: 2,1%, kombinierte Therapie: 1,8%, weiche Kost: 3,3%). In Abbildung 51 sind beide Merkmale, Therapieart und das Auftreten einer Infektion im Frakturbereich, gegenübergestellt.

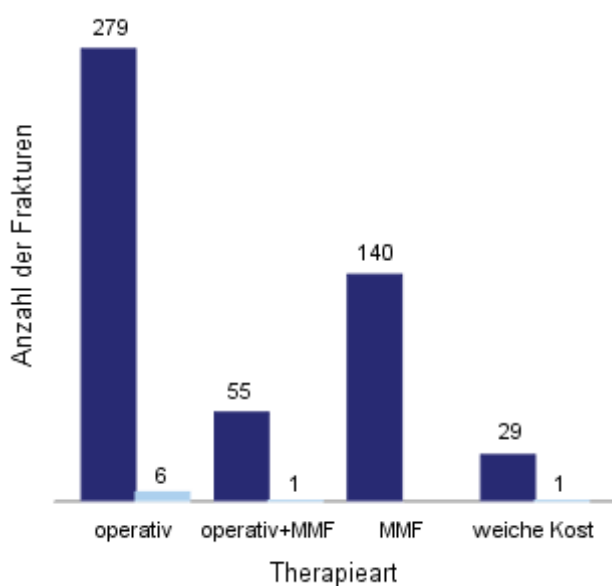


Abbildung 51: Zusammenhang Therapieart-Infektion im Frakturbereich (n=511)

Auch hier spielt der Dislokationsgrad der acht Frakturen eine Rolle. In Tabelle 7 ist der Dislokationsgrad der Frakturen bezogen auf die jeweilige Therapieart dargestellt. Die Prozentzahlen beziehen sich dabei auf den Anteil am Gesamtkollektiv.

	operativ		operativ+MMF		nicht operativ mittels weicher Kost	
	n	Prozent (von n=285)	n	Prozent (von n=56)	n	Prozent (von n=30)
nicht disloziert n=2	1	0,4%	-	-	1	3,3%
disloziert n=5	4	1,4%	1	1,8%	-	-
stark disloziert n=1	1	0,4%	-	-	-	-
Gesamt	6	2,1 %	1	1,8%	1	3,2%

Tabelle 7: Therapieart der Frakturen mit Infektion im Frakturbereich bezogen auf den Dislokationsgrad der Frakturen (n=8). Die Prozentzahl bezieht sich auf den Anteil der Frakturen an der jeweiligen Therapieart

Um einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Dislokationsgrad und dem Auftreten einer Infektion im Frakturbereich herzustellen wurde der Exakte Test nach Fisher verwendet. Jedoch konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden ($p=0,887$). Dislokation und Infektion im Frakturbereich sind in Abbildung 52 graphisch gegenübergestellt.

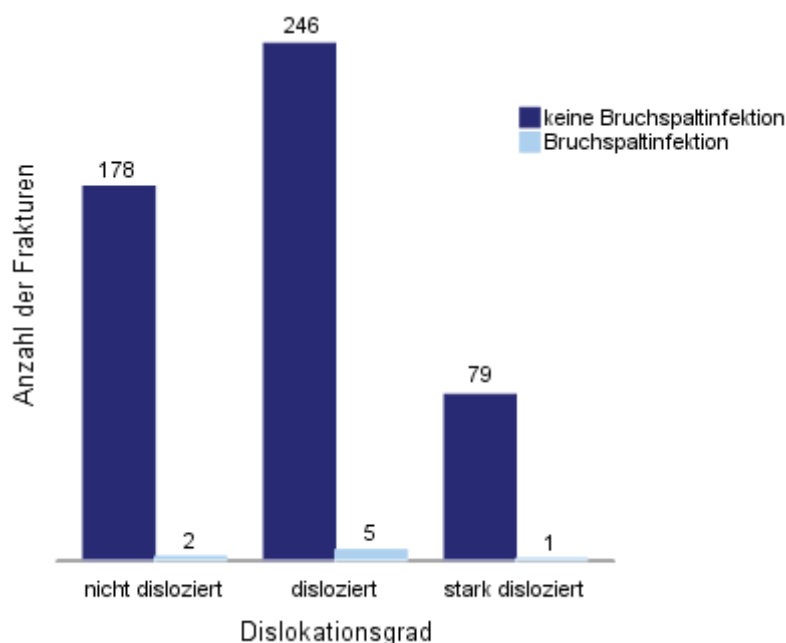


Abbildung 52: Zusammenhang Dislokation-Infektion im Frakturbereich (n=511)

Keine der acht Unterkieferfrakturen mit Infektion war eine Trümmerfraktur.

Von den acht Frakturen mit Infektion im Frakturbereich wurden sieben operativ beziehungsweise kombiniert operativ - nicht operativ versorgt. Betrachtet man nun die operativen Zugänge wurden jeweils drei Frakturen über einen transoralen und über einen extraoralen (42,9%) und eine Fraktur über einen kombinierten

transoralen und extraoralen (14,3%) Zugang versorgt, was in Abbildung 53 graphisch dargestellt ist.

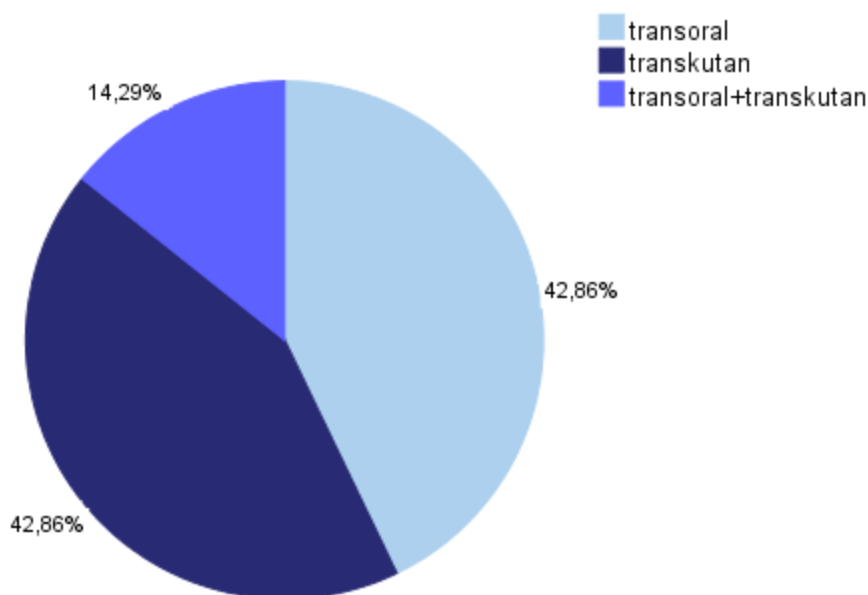


Abbildung 53: OP-Zugänge der Frakturen mit Bruchspaltinfektion (n=7)

3.3.7 Individuelle Betrachtung der Patienten mit Infektion im Frakturbereich

Auf die acht der 324 Patienten mit Bruchspaltinfektion soll im Folgenden näher eingegangen werden, um mögliche Ursachen darzulegen. Dabei werden Alter, Geschlecht, Anamnese, Diagnose, Lokalisation und Ursache der Infektion, Therapie und Nachbehandlung berücksichtigt. Die Patientennummer bezieht sich auf die an die Patienten im Laufe der Auswertung vergebenen Identifikationsnummern.

Patient 028

- **Geschlecht:** männlich;
- **Alter:** zum Zeitpunkt der Behandlung 30 Jahre alt;
- **Anamnese:** Raucher, Anamnese ansonsten unauffällig;
- **Zahnschema:**

f	z	z	z	z	z	z	z	z	z		z		f		f
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
z	z	z				z	z	z	z			z		z	z

f=fehlender Zahn, z=nicht erhaltungswürdiger Zahn,)=(Lückenschluss

- **Mundhygiene:** mangelhaft;

- **Diagnose:** doppelte Unterkieferfraktur (dislozierte Unterkieferkorpusfraktur rechts mit Zahn 46 im Bruchspalt und dislozierte Gelenkfortsatzbasisfraktur links);
- **Behandlungszeitpunkt:** Versorgung am ersten posttraumatischen Tag;
- **Therapie:**
 Korpusfraktur: offene Reposition und Plattenosteosynthese über einen transoralen und transkutanen Zugang mit einer 4-Loch-Platte (Synthes 2.0 Unilock medium Titan) oberhalb des N. mentalis, mit vier Schrauben (6-8 mm) fixiert, sowie mit einer 6-Loch-Platte (Synthes 2.4 Reko Unilock Titan) am kaudalen Unterkiefferrand, mit fünf Schrauben (12mm) fixiert;
 Gelenkfortsatzbasisfraktur: offene Reposition und Plattenosteosynthese über einen transkutanen (submandibulären) Zugang mit einer 6-Loch-Platte (Synthes 2.0 Compact Titan) am Hinterrand des Gelenkfortsatzes mit sechs Schrauben (6-8 mm) und einer 4-Loch-Platte (Synthes 2.0 Compact Titan) am Übergang des medialen Gelenkfortsatzes zur Inzisur mit vier Schrauben (6-8 mm) fixiert;
 in Intubationsnarkose;
 Extraktion der kariös zerstörten, nicht erhaltungswürdigen Zähne (auch des sich im Bruchspalt befindenden Zahnes 46); Entlassung des Patienten aus der stationären Behandlung am dritten postoperativen Tag bei regelrechten und stabilen Wund- und Okklusionsverhältnissen;
- **Antibiotische Infektionsprophylaxe:** perioperativ über einen intravenösen Zugang Augmentan 2,2 g; postoperativ Augmentan oral (875/125 mg, 2/d) für sechs Tage;
- **Infektion im Frakturbereich:** sechs Tage postoperativ zeigt sich intraoral klinisch eine perimandibuläre Schwellung mit intraoraler Dehiszenz regio 45 auf der rechten Seite (verhärtet und nicht druckdolent) mit Abszedierung nach intraoral;
- **Therapie der Infektion:** Inzision von intraoral im Vestibulum regio 45; Streifeneinlage; Fortführung der Antibiotikatherapie;
- **Verlauf:** Heilungsverlauf komplikationslos; klinisch leichte Hypästhesie des N. alveolaris inferior, Rückgang der Hypästhesie im Verlauf der Nachsorge;
- Bei Patient 028 kann vermutet werden, dass die Infektion im Frakturbereich durch das Rauchen trotz mehrmaliger Aufklärung und die ungenügende

Mundhygiene begünstigt worden ist. Die Osteosyntheseversorgung und die Antibiotikaphylaxe können als suffizient beurteilt werden.

Patient 047

- **Geschlecht:** männlich;
- **Alter:** zum Zeitpunkt der Behandlung 34 Jahre alt;
- **Anamnese:** Nichtraucher, unauffällig;
- **Zahnschema:**

													f		f
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

f=fehlender Zahn, z=nicht erhaltungswürdiger Zahn,)(=Lückenschluss

- **Mundhygiene:** ausreichend;
- **Diagnose:** doppelte Unterkieferfraktur (dislozierte Paramedianfraktur links mit Zahn 33 im Bruchspalt und nicht dislozierte Längsfraktur des rechten Unterkieferramus);
- **Behandlungszeitpunkt:** Versorgung am ersten posttraumatischen Tag;
- **Therapie:**

Paramedianfraktur: offene Reposition und Plattenosteosynthese über einen transoralen Zugang mit einer 6-Loch-Platte (Synthes 2.0 Compact Titan) am kaudalen Unterkieferrand, mit sechs Schrauben (8 mm) fixiert, und einer 4-Loch-Platte (Synthes 2.0 Compact Titan) oberhalb des N. mentalis, mit vier Schrauben (4 mm) fixiert;

Ramusfraktur: offene Reposition und Plattenosteosynthese über einen extraoralen Zugang mit einer X-Platte (Synthes 2.0 Compact Titan), mit vier Schrauben (6 mm) fixiert;

in Intubationsnarkose;

Patient verließ am vierten postoperativen Tag die Klinik auf eigene Verantwortung und gegen ärztlichen Rat;
- **Antibiotische Infektionsprophylaxe:** perioperativ über einen intravenösen Zugang Augmentan 2,2 g; postoperativ Clindamycin oral (600 mg, 3/d) für sieben Tage;

- **Infektion im Frakturbereich:** zwei Wochen postoperativ intraoral regio 33 Schwellung und Abszedierung im Vestibulum und Rötung des anterioren Mundbodens;
- **Therapie der Infektion:** Inzision und Abstrich im Vestibulum regio 33, Spülung der Wunde mit 0,9%iger NaCl-Lösung und Betaisodona-Lösung; Streifeneinlage; Umstellung des Antibiotikums auf Sobelin (300mg, 4/d);
- **Verlauf:** Streifenwechsel und Spülung der Abszesshöhle an den drei folgenden Nachsorgeterminen bis sich klare Spülflüssigkeit zeigte; Heilungsverlauf komplikationslos;
- Bei Patient 047 kann über die Ursache der Infektion im Frakturbereich nur spekuliert werden: Die Osteosynthese und die antibiotische Therapie erschienen ausreichend. Die Bezahnung des Patienten und damit die Abstützung der beiden Kiefer können als optimal betrachtet werden. Das Verlassen der Klinik gegen ärztlichen Rat weist auf eine mangelnde Compliance des Patienten hin. Des Weiteren ist unklar, warum die intraoperativ begonnene Antibiotikagabe mit Augmentan nicht fortgesetzt wurde und auf Clindamycin umgestellt wurde. Dies ist aus den vorliegenden Akten nicht ersichtlich. Eine allergische Reaktion oder Unverträglichkeit ist einer der möglichen Gründe. Dass dieser Umstand zu der folgenden Bruchspaltinfektion beigetragen hat, ist aber eher unwahrscheinlich.

Patient 057

- **Geschlecht:** weiblich;
- **Alter:** zum Zeitpunkt der Behandlung 39 Jahre alt;
- **Anamnese:** chronische Hepatitis C, eingeschränkte Nierenfunktion, Penicillin-Allergie, Nichtraucherin;
- **Zahnschema:**

						f			f		f				f
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
f	f	f	f	f									f	f	f

f=fehlender Zahn, z=nicht erhaltungswürdiger Zahn,)(=Lückenschluss

- **Mundhygiene:** ausreichend;
- **Diagnose:** nicht dislozierte Unterkieferparamedianfraktur rechts;
- **Behandlungszeitpunkt:** Versorgung am zweiten posttraumatischen Tag;

- **Therapie:**

Reposition und rigide Plattenosteosynthese des Unterkieferkörpers paramedian rechts über einen transoralen Zugang nach dem Champy-Prinzip mit einer 6-Loch-Platte (Synthes 2.0 Compact Titan) am kaudalen Unterkieferrand, mit sechs Schrauben (8 mm) fixiert, und einer 4-Loch-Platte (Synthes 2.0 Compact Titan) oberhalb des N. mentalis, mit vier Schrauben (6 mm) fixiert;

in Intubationsnarkose;

Entlassung des Patienten aus der stationären Behandlung bei regelrechten und stabilen Wundverhältnissen;

- **Antibiotische Infektionsprophylaxe:** perioperativ über einen intravenösen Zugang Clindamycin 600mg; postoperativ Sobelin oral (300mg, 3/d) für sieben Tage;
- **Infektion im Frakturbereich:** elf Tage postoperativ klinisch Abszess im Mundboden lingual regio 43;
- **Therapie der Infektion:** Inzision, Spülung und Streifeneinlage; Fortführung der Sobelin-Einnahme;
- **Verlauf:** Weitere Spülungen und Streifenwechsel; Schwellung perimandibulär anterior und im Kinnbereich weiter progredient; Röntgenkontrolle mittels Orthopantomogramm: regelrechte Stellung der Fragmente; stationäre Aufnahme; am folgenden Tag Lymphadenitis submental; Sonographie: beginnende Einschmelzung im Mundboden; weiter tägliche Spülung mit 0,9%iger NaCl-Lösung, tägliche Aureomycin-Streifen-Wechsel und Antibiotika-Einnahme Sobelin 300mg (3/d); nach deutlicher Besserung Entlassung der Patientin aus der stationären Behandlung; Heilungsverlauf komplikationslos;
- Bei Patient 057 war die mögliche Ursache der Infektion im Frakturbereich der geschwächte Allgemeinzustand, vor allem durch die chronische Hepatitis C und die eingeschränkte Nierenfunktion.

Patient 068

- **Geschlecht:** männlich;
- **Alter:** zum Zeitpunkt der Behandlung 50 Jahre alt;
- **Anamnese:** Nichtraucher, unauffällig;

- **Zahnschema:**

f)	()	(f
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
		f)	(f	f	f	

f=fehlender Zahn, z=nicht erhaltungswürdiger Zahn,)(=Lückenschluss

- **Mundhygiene:** mangelhaft;
- **Diagnose:** infizierte dislozierte Unterkieferkorpusfraktur rechtsseitig regio 45/46;
- **Behandlungszeitpunkt:** Erstvorstellung erst drei Tage nach erlittenem Trauma; Versorgung am vierten posttraumatischen Tag;
- **Therapie:**
offene Reposition und Plattenosteosynthese der Unterkieferkorpusfraktur von transkutan mit einer 6-Loch-Platte (Synthes 2.0 Unilock medium Titan) am Unterkieferrand, mit fünf Schrauben (6 mm) fixiert, und einer 4-Loch-Platte (Synthes 2.0 Compact Titan) oberhalb des N. mentalis, mit vier Schrauben (6-8 mm) fixiert; über die bestehende Inzisionswunde Spreizung einer putriden Weichteilinfektion und Einlegen einer Drainage;
in Intubationsnarkose;
- **Antibiotische Infektionsprophylaxe:** perioperativ über einen intravenösen Zugang Augmentan 2,2 g; postoperativ Augmentan oral (875/125 mg, 2/d) für zwölf Tage;
- **Infektion im Frakturbereich:** im postoperativen Verlauf zunehmende Schwellung paramandibulär rechts;
- **Therapie der Infektion:** Inzision von extraoral, Drainage über ein eingesetztes Röhrchen, tägliche Spülung der Abszesshöhle, tägliche Wundkontrolle;
- **Verlauf:** Befund im Laufe der Behandlung rückläufig; Entlassung aus der stationären Behandlung acht Tage nach der Operation; Fortführung der Antibiotika-Einnahme noch weitere drei Tage;
- Bei Patient 068 ist die wahrscheinliche Ursache für die Infektion im Frakturbereich, dass die Fraktur schon bei Vorstellung in der Klinik und Poliklinik der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der LMU München infiziert war, da sich der Patient erst drei Tage nach dem Frakturereignis einer medizinischen Behandlung unterzog. Außerdem war die Mundhygiene

im Laufe der Nachbehandlung unzureichend. Die Osteosyntheseversorgung und die Abstützung der Kiefer können als ausreichend erachtet werden.

Patient 069:

- **Geschlecht:** weiblich;
- **Alter:** zum Zeitpunkt der Behandlung 31 Jahre alt;
- **Anamnese:** schwanger, Diabetes mellitus Typ 1 (Insulintherapie), Nichtraucherin;
- **Zahnschema:**

f											f		f		f
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
f															f

f=fehlender Zahn, z=nicht erhaltungswürdiger Zahn,)(=Lückenschluss

- **Mundhygiene:** ausreichend;
- **Diagnose:** doppelte Unterkieferfraktur (tiefe dislozierte Gelenkfortsatzbasisfraktur rechts und gering dislozierte Gelenkwalzenfraktur links);
- **Behandlungszeitpunkt:** Versorgung am ersten posttraumatischen Tag;
- **Therapie:**
 Gelenkfortsatzbasisfraktur: offene Reposition und Plattenosteosynthese über einen transkutanen submandibulären Zugang mit einer 4-Loch-Platte (Synthes 2.0 Compact Titan) am Hinterrand des Kiefergelenkfortsatzes, mit vier Schrauben (6 mm) fixiert;
 in Intubationsnarkose;
 Gelenkwalzenfraktur: nicht operativ;
 Temporäre mandibulo-maxilläre Fixation durch Einligieren von Schuchardtschienen und nachfolgend Führungsgummis;
- **Antibiotische Infektionsprophylaxe:** intra- und postoperativ Verzicht auf eine antibiotische Infektionsprophylaxe aufgrund der Ablehnung durch die Patientin wegen der Schwangerschaft;
- **Infektion im Frakturbereich:** am siebten postoperativen Tag Abszedierung nach bukkal und zervikal auf der rechten Seite;
- **Therapie der Infektion:** Inzision des Abszesses und Drainage der Wundregion mit täglicher Wundspülung; nach Rücksprache mit dem

behandelnden Gynäkologen antibiotische Therapie mit Augmentan Tabs 500 mg (3/d);

Verlauf: 16 Tage später Entfernung der Schienen; danach Okklusionsänderung; in der Röntgenkontrolle Dislokation des rechten Gelenkfortsatzes mit Plattenbruch; fünf Tage später erneute Operation in Intubationsnarkose mit Revision der Gelenkfortsatzfraktur rechtsseitig über denselben extraoralen Zugang mit Entfernung der frakturierten Platte und eine Reosteosynthese mit einer 5-Loch-Platte (Synthes 2.0 Unilock large Titan) am Hinterrand des Kiefergelenkfortsatzes, mit vier Schrauben (6 mm) fixiert, und einer 2-Loch-Platte (Synthes 2.0 Compact Titan) am Vorderrand des Kiefergelenkfortsatzes, mit zwei Schrauben (6 mm) fixiert; im Ober- und Unterkiefer Einligieren von Schuchardtschienen zur mandibulo-maxillären Fixation; postoperativ antibiotische Infektionsprophylaxe mit 3x2 g Augmentan pro Tag intravenös für fünf Tage verordnet; Entlassung der Patientin vier Tage später bei reizlosen Narbenverhältnissen; im Behandlungsverlauf keine weiteren Besonderheiten;

- Als Ursache für die Infektion im Frakturbereich bei Patient 069 kann die fehlende antibiotische Infektionsprophylaxe bei der ersten Operation mit dadurch erhöhtem Infektionsrisiko und die eine Wundinfektion begünstigende diabetogene Stoffwechsellage bei Diabetes mellitus Typ I angesehen werden. Zudem wurde eine unzureichende Plattenosteosynthese durch eine zu gering dimensionierte Osteosyntheseplatte im Bereich des rechten Kiefergelenkfortsatzes durchgeführt. Als suffiziente Versorgung sollte die Fraktur hier nach Daten der Literatur mittels mandibulo-maxillärer Fixation und zwei Osteosyntheseplatten oder einer rigiden Osteosyntheseplatte versorgt werden.

Patient 249:

- **Geschlecht:** männlich;
- **Alter:** zum Zeitpunkt der Behandlung 39 Jahre alt;
- **Anamnese:** mangelnde Compliance bei chronischem Alkoholabusus, Patient zum Behandlungszeitpunkt ohne Wohnsitz, Nichtraucher;

- **Zahnschema:**

			z										z		z
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
f	z	z													

f=fehlender Zahn, z=nicht erhaltungswürdiger Zahn,)(=Lückenschluss

- **Mundhygiene:** mangelhaft;
- **Diagnose:** doppelte Unterkieferfraktur (dislozierte Kieferwinkelfraktur rechts mit Zahn 47 im Bruchspalt und gering dislozierte Gelenkfortsatzbasisfraktur links);
das präoperativ angefertigte Orthopantomogramm ist in Abbildung 54 gezeigt;
- **Behandlungszeitpunkt:** Versorgung am fünften posttraumatischen Tag; Patient erschien nicht zu zwei vorher vereinbarten Operationsterminen;
- **Therapie:**

Kieferwinkelfraktur: offene Reposition und Plattenosteosynthese über einen transkutanen (submandibulären) Zugang mit einer 6-Loch-Platte (Synthes 2.4 Unilock Reko Titan) am kaudalen Unterrand des Angulus mandibulae, mit sechs Schrauben (12 mm) fixiert, und einer 4-Loch-Platte (Synthes 2.0 Unilock medium Titan) im Bereich der Linea obliqua, mit vier Schrauben (8 mm) fixiert;

Gelenkfortsatzbasisfraktur: offene Reposition und Plattenosteosynthese über einen transkutanen (submandibulären) Zugang mit einer 6-Loch-Platte (Synthes 2.0 Unilock large Titan) am Hinterrand des Kiefergelenkfortsatzes mit sechs Schrauben (8 mm) und einer 4-Loch-Platte (Synthes 2.0 Unilock medium Titan) am Vorderrand des Kiefergelenkfortsatzes mit vier Schrauben (8 mm) fixiert; Entfernung der nicht erhaltungswürdigen, kariös zerstörten Zähne 15, 26, 28, 46 und 47;

in Intubationsnarkose;

postoperativ ausgeprägte Sensibilitätsstörung an der Unterlippe rechts mit Verdacht auf Anästhesie des rechten N. alveolaris inferior, aber aufgrund der schlechten Compliance nicht sicher eruierbar; Wundheilungsverlauf komplikationslos; Entlassung des Patienten am zweiten postoperativen Tag aus der stationären Behandlung in die ambulante Nachsorge;

- **Antibiotische Infektionsprophylaxe:** perioperativ über einen intravenösen Zugang Augmentan 2,2 g; postoperativ Augmentan oral (875/125 mg, 2/d) für zwölf Tage;
- **Infektion im Frakturbereich:** Intraoral nach drei Wochen Fistel in regio 48 im Bereich des rechten Kieferwinkels mit Exsudation; im weiteren Verlauf perimandibuläre Schwellung rechts mit putrider Exsudation nach extraoral; intraoral weiterhin Fistelung retromolar;

Therapie der Infektion: Spülung der Fistel mit 0,9%iger NaCl-Lösung; vereinbarte Nachsorgetermine wurden vom Patienten nur unregelmäßig wahrgenommen; Abstrich im Bereich der Fistel; im Kontrollröntgenbild Radiotransluzenz im Bruchspaltbereich mit Verdacht auf Knochensequester und unzureichende knöcherne Konsolidierung; radiologisch (Abbildung 55) Darstellung einer Infektion im Bruchspaltbereich mit Pseudarthrose im Bereich des rechten Kieferwinkels mit Verdacht auf Knochensequester; nochmalige Operation in Intubationsnarkose mit Entfernung der Osteosyntheseplatten im Bereich der Kieferwinkelfraktur mit erneuter offener Plattenosteosynthese des Kieferwinkels rechtsseitig von intraoral und submandibulär mit einer 11-Loch-Platte (Synthes 2.4 Unilock Reko Titan) am Unterrand des Angulus mandibulae mit acht Schrauben (12 mm) versorgt; Entfernung des Knochensequester; im Defektbereich Osteoplastik mit Spongiosa vom rechten Beckenkamm; zur temporären mandibulo-maxillären Fixation Einligieren von Schuchardtschienen im Ober- und Unterkiefer; ein Orthopantomogramm, das postoperativ angefertigt wurde, ist in Abbildung 56 dargestellt; postoperativ Fortsetzung der präoperativ begonnenen antibiotischen Therapie mit Ciprobay 400mg (2/d);

- **Verlauf:** Nachsorgetermine vom Patienten nur unregelmäßig wahrgenommen, weswegen sich keine Besserung der Situation einstellte; fünf Tage nach der zweiten Operation im Unterkiefer regio 47 erneute Dehiszenz mit seröser Exsudation und Speichelfistel submandibulär rechts; Verdacht auf Infektion der in den Unterkieferdefektbereich eingelagerten Spongiosa; neun Tage nach der zweiten Operation Exploration des rechten Kieferwinkels über den submandibulären Zugang in Intubationsnarkose; keine Entzündung oder erneute Sequesterbildung; gründliche Desinfektion des Defektbereiches mit Betaisodona-Lösung und dichter Wundverschluss; weitere drei Tage später Umstellung der Antibiotikatherapie auf Zyvoxid

600 mg (2/d) für 14 Tage; Druckverbände submandibulär rechts zum Verschluss der Speichelfistel; unter Wundkontrolle, intraoraler Wunddesinfektion und Fortführung der Antibiotikatherapie Schwellung und Schmerzen im weiteren Behandlungsverlauf rückläufig und Entlassung des Patienten aus der stationären Behandlung am dritten postoperativen Tag; bei Behandlungsabschluss gute knöcherne Konsolidierung des Frakturbereichs im Kontrollröntgenbild im Unterkiefer beidseits; im Bereich des rechten N. alveolaris inferior ausgeprägte Anästhesie, nach vier Monaten noch bestehend; Verschluss des submandibulären Fistelgangs durch Spülung (0,9% Kochsalzlösung/H₂O₂) und Druckverbandwechsel;

- Bei Patient 249 haben folgende Faktoren mit hoher Wahrscheinlichkeit das Auftreten einer Infektion im Frakturbereich begünstigt: Der Patient zeigte eine sehr schlechte Compliance durch das wiederholte Fernbleiben bei den Operationen und den Nachsorgeterminen und eine mangelhafte Mundhygiene. Außerdem ist fraglich, ob er die verschriebenen Antibiotika regelmäßig und nach Empfehlung eingenommen hat. Durch den chronischen Alkoholabusus ist von einer insgesamt geschwächten Immunabwehr auszugehen.



Abbildung 54: OPT von Patient 249 präoperativ



Abbildung 55: OPT von Patient 249, zwei Monate postoperativ

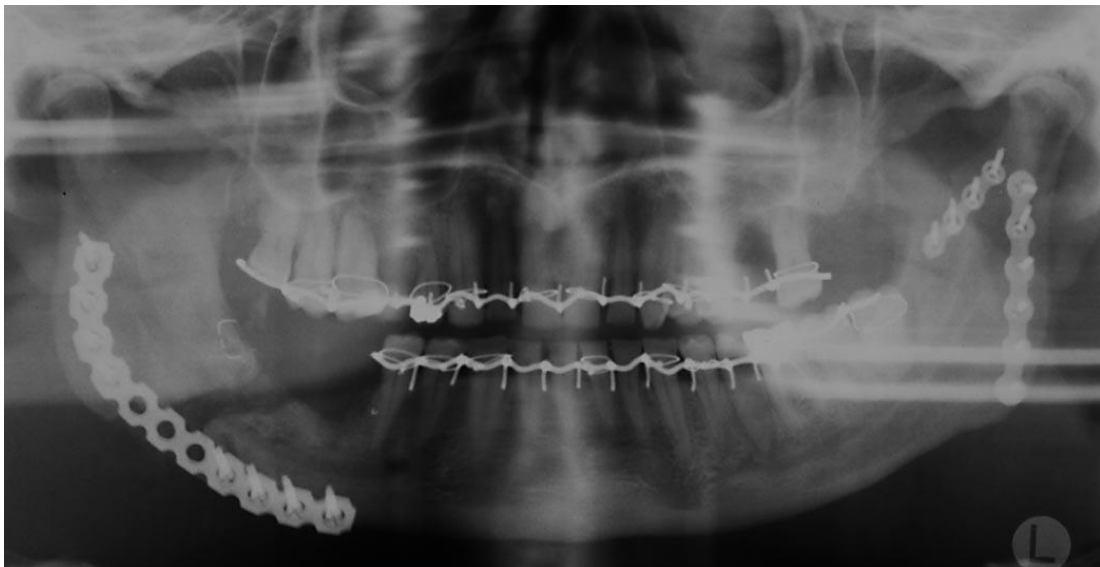


Abbildung 56: OPT von Patient 249, nach Reosteosynthese

Patient 265:

- **Geschlecht:** männlich;
- **Alter:** zum Zeitpunkt der Behandlung 44 Jahre alt;
- **Anamnese:** Bronchialkarzinom, niedriger Blutdruck, ehemaliger Raucher;

- **Zahnschema:**

f	f							f			f				f
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
f		f													

f=fehlender Zahn, z=nicht erhaltungswürdiger Zahn,)(=Lückenschluss

- **Mundhygiene:** ausreichend;
- **Diagnose:** doppelte Unterkieferfraktur (nicht dislozierte Unterkieferparamedianfraktur rechts und nicht dislozierte Unterkiefergelenkhalsfraktur links);
- **Behandlungszeitpunkt:** Versorgung am achten posttraumatischen Tag; Patient war alio loco primär versorgt worden;
- **Therapie:**
Patient entschied sich nach Aufklärung gegen eine operative Versorgung zugunsten einer nicht operativen Versorgung mittels weicher Kost wegen dem baldigen Beginn einer Chemotherapie aufgrund des Bronchialkarzinoms; am Tag der Erstvorstellung perimandibuläre Schwellung regio 43; Inzision in Lokalanästhesie; Pusentleerung; H₂O₂-Spülung und Aureomycin-Streifeneinlage;
- **Antibiotische Infektionsprophylaxe:** oral Augmentan 875/125 mg (2/d) für zehn Tage;
- **Infektion im Frakturbereich:** am zweiten Tag starke Schwellung submental;
- **Therapie der Infektion:** täglich Spülung mit 0,9%iger NaCl-Lösung oder H₂O₂-Lösung und Erneuerung des Aureomycin-Streifens; vier Tage nach Erstvorstellung Schwellung submental zunehmend und intraoral linguale Auftreibung regio 43; Spülung der Inzisionswunde mit H₂O₂ und Einlegen eines Jodoformstreifens; weitere zwei Tage später Fistelbildung auf der rechten Seite zwischen der Inzisionswunde und submandibulär extraoral; erneute Röntgenkontrolle ohne neue Erkenntnisse; unter täglicher desinfizierender Spülung (H₂O₂) Rückgang der Schwellung; extra- und intraorale Verbindung nicht mehr eruierbar; Weiterführung der antibiotischen Infektionsprophylaxe für fünf Tage; Patient wurde zu einer Wiedervorstellung bei Bedarf angehalten;

- **Verlauf:** neun Tage später (18 Tage nach Erstvorstellung) erneute druckdolente Schwellung submental und intraoral leicht federnde Beweglichkeit regio 42/43; Verdacht auf eine Pseudarthrose paramedian rechtsseitig; keine neuen Erkenntnisse durch Röntgenkontrolle (Orthopantomogramm, okzipito-frontal, Unterkieferaufbiss); antibiotische Infektionsprophylaxe Augmentan 875/125 mg (2/d) für weitere zehn Tage; Schwellung submental wenige Tage später unverändert gerötet und leicht druckdolent; intraoral weiterhin leicht federnde Beweglichkeit; zuerst Therapie des Bronchialkarzinoms; deswegen vorerst Verzicht auf Revision des Bruchspalts; keine Wiedervorstellung;
- Als mögliche Ursache für die Infektion im Frakturbereich war bei Patient 265 der geschwächte Allgemeinzustand durch ein kurz zuvor diagnostiziertes Bronchialkarzinom eruiert worden. Außerdem stellte sich der Patient erst am achten posttraumatischen Tag vor, was zu einer bereits vor der Vorstellung bestehenden Infektion der Fraktur über den Bruchspalt geführt hat. Außerdem lehnte der Patient eine eigentlich vom behandelnden Arzt empfohlene operative Versorgung ab.

Patient 296:

- **Geschlecht:** männlich;
- **Alter:** zum Zeitpunkt der Behandlung 40 Jahre alt;
- **Anamnese:** Nichtraucher, unauffällig;
- **Zahnschema:**

f	f								f				f		f
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
)	(f		f

f=fehlender Zahn, z=nicht erhaltungswürdiger Zahn,)(=Lückenschluss

- **Mundhygiene:** ausreichend;
- **Diagnose:** doppelte Unterkieferfraktur (stark dislozierte Unterkieferkorpusfraktur rechts mit Zahn 47 im Bruchspalt und Unterkiefergelenkfortsatzbasisfraktur mit Luxation des Gelenkkopfs nach anterior-medial links), Anästhesie im Bereich der Unterlippe rechts; Das präoperativ angefertigte Röntgenbild ist in Abbildung 57 abgebildet;
- **Behandlungszeitpunkt:** Versorgung am ersten posttraumatischen Tag;

- **Therapie:**

Korpusfraktur: offene Reposition und Plattenosteosynthese über einen transoralen Zugang mit einer 7-Loch-Platte (Synthes 2.0 Unilock small Titan) oberhalb des N. mentalis mit fünf Schrauben (6-8 mm) fixiert und einer 6-Loch-Platte (Synthes 2.0 Unilock large Titan) am kaudalen Unterkieferrand mit fünf Schrauben (8 mm) fixiert; zur perioperativen mandibulo-maxillären Fixation Einlagern von Schuchardt-Schienen im Oberkiefer und Einbringen von drei Schlaufenplättchen im Unterkiefer regio 36, median und regio 45 (3-Loch-Platten, Synthes 1,5 Unilock small Titan), mit jeweils einer Schraube monokortikal (6-8 mm) fixiert; Belassen des sich im Frakturspalt befindenden Zahnes 46; intraoperativ wurde festgestellt, dass der N. alveolaris inferior im Bereich der Korpusfraktur regio 47 durchtrennt war;

Gelenkfortsatzbasisfraktur: offene Reposition und Plattenosteosynthese über einen transparotidealen Zugang mit einer 4-Loch-Platte (Synthes 2.0 Unilock small Titan) am Vorderrand des Kiefergelenkfortsatzes mit vier Schrauben (6-8 mm) versorgt und einer 4-Loch-Platte (Synthes 2.0 Unilock medium Titan) am Hinterrand des Kiefergelenkfortsatzes mit vier Schrauben (6-8 mm) versorgt;

In Intubationsnarkose;

das postoperativ angefertigte Röntgenbild ist in Abbildung 58 dargestellt;

sechs Tage postoperativ Speichelfistel linksseitig; Versorgung mit Druckverband und Scopoderm-Pflaster; komplette Anästhesie der Unterlippe rechts (N. mentalis rechts); Wundverhältnisse nach zehn Tagen reizlos;

- **Antibiotische Infektionsprophylaxe:** perioperativ über einen intravenösen Zugang Augmentan 2,2 g; postoperativ Augmentan oral (875/125 mg, 2/d) für vorerst zehn Tage; nach Schwellung präaurikulär links am achten postoperativen Tag Verlängerung auf insgesamt 20 Tage;
- **Infektion im Frakturbereich:** Wiedervorstellung drei Wochen postoperativ; Patient gab an, bei körperlicher Betätigung Schmerzen im Unterkiefer zu verspüren; klinisch aber reizlose Verhältnisse; am folgenden Tag leicht druckdolente weiche Schwellung intraoral regio 43-47; weiter Augmentan 875/125 mg (2/d) und zur analgetischen Therapie Ibuprofen 600 mg (3/d); dann deutliche Besserung des Befundes; weiter Augmentan zum Abklingen der Entzündungszeichen; bei Wiedervorstellung ca. 4,5 Monate postoperativ paramandibulärer Abszess regio 47; im Orthopantomogramm Osteolyse

regio 47 im Bereich der Osteosyntheseplatte entlang der Linea obliqua, wie in Abbildung 59 dargestellt;

- **Therapie der Infektion:** zwei Tage später stationäre Aufnahme und am folgenden Tag erneute operative Versorgung in Intubationsnarkose; Extraktion des Zahnes 47; Entfernung der kranialen Osteosyntheseplatte am Unterkieferkorpus und Reosteosynthese über einen transoralen Zugang mit einer 6-Loch-Platte (Synthes 2.0 Unilock medium Titan), oberhalb des N. mentalis mit sechs Schrauben (10 mm) fixiert; Belassen der kaudalen Platte; regelrechte Fragmentposition in der postoperativen Röntgenkontrolle; für sechs Wochen weiche Kost; zwei Tage später Entlassung aus der stationären Behandlung unter Weiterführung der antibiotischen Infektionsprophylaxe mit Augmentan 875/125 mg (2/d) für weitere zehn Tage;
- **Verlauf:** bei Wiedervorstellung drei Wochen nach der Reosteosynthese reizlose Verhältnisse; Fortbestehen der Anästhesie im rechten Unterlippenbereich;
- Bei Patient 296 ist die wahrscheinliche Ursache für die Infektion im Frakturbereich der im Bruchspalt belassene Zahn 47.



Abbildung 57: OPT von Patient 296 präoperativ



Abbildung 58: OPT von Patient 296, einen Tag postoperativ

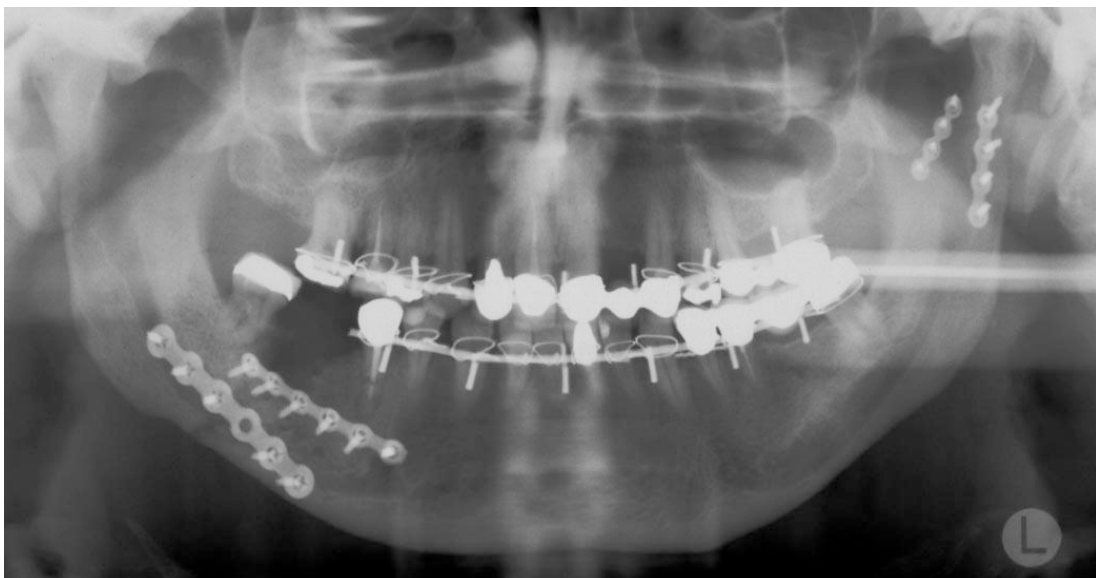


Abbildung 59: OPT von Patient 296, vier Monate postoperativ

Bei den Patienten mit Infektionen im Frakturbereich fallen individuelle Risikofaktoren auf, die eine Infektion begünstigen können: verzögerte Versorgung der Unterkieferfraktur, mangelnde Compliance, Ablehnung der empfohlenen operativen Versorgung, Zahn im Bruchspalt, reduzierter Allgemeinzustand, Allgemeinerkrankungen (wie z. B. chronische Hepatitis C, eingeschränkte Nierenfunktion und Diabetes mellitus Typ I), Alkohol- und Tabakabhängigkeit, eine präoperativ bereits infizierte Unterkieferfraktur, fehlende antibiotische Prophylaxe (wegen Schwangerschaft), unzureichende Mundhygiene und mögliche Instabilität bei zu gering dimensionierten Osteosyntheseplatten.

In Tabelle 8 ist die Anzahl der Risikofaktoren je Patient mit postoperativer Infektion im Bereich des Frakturspalts dargestellt.

Anzahl der Risikofaktoren für Infektionen im Bereich des Frakturspalts je Patient	Anzahl der Patienten mit postoperativen Infektionen
1	drei Patienten
2	zwei Patienten
3	zwei Patienten
4	ein Patient

Tabelle 8: Anzahl der individuellen Risikofaktoren je Patient mit postoperativen Infektionen im Bereich des Frakturspalts (n=8)

Insgesamt zeigten die acht Patienten mit Infektion im Frakturbereich 17 individuelle Risikofaktoren. Durchschnittlich wurden also 2,1 Risikofaktoren für Infektionen pro Patient festgestellt.

4 Diskussion

Die erste operative Versorgung von Frakturen mit Osteosyntheseplatten beschrieb der Chirurg Carl Hansmann im Jahre 1886. Dabei wurden subkutan angebrachte Osteosyntheseplatten mit perkutan eingedrehten Schrauben befestigt (Hansmann, 1886). Seitdem zeigt sich ein deutlicher Fortschritt auch bei der Versorgung von Unterkieferfrakturen, angefangen von der Einführung der Kompressionsosteosynthese (Luhr, 1968, Danis, 1949) und der Miniplattenosteosynthese nach dem Champy-Prinzip, die 1975 erstmals beschrieben wurde (Champy und Lodde, 1976, Champy und Lodde, 1977, Champy et al., 1975, Champy et al., 1976, Luhr, 2000), bis hin zu präformierten Platten für den Unterkiefer (Metzger et al., 2011). Im Allgemeinen werden heute bei komplexen Unterkieferfrakturen (Mehrfachfrakturen, stark dislozierten Frakturen, Frakturen des atrophischen Kiefers) lasttragende (load bearing) Osteosynthesesysteme verwendet, während bei einfachen Frakturen nicht lasttragende (load sharing) bzw. lastteilende Systeme zum Einsatz kommen (Niederdehlmann und Marmulla, 2000, Cienfuegos et al., 2011e). Schwere Komplikationen nach Unterkieferfrakturen treten meist bei verspäteter Vorstellung des Patienten, bei besonders schweren und stark dislozierten Frakturen, bei fehlender Compliance des Patienten, bei inadäquater ärztlicher Behandlung oder ohne Therapie auf (Punjabi und Thaller, 1998).

Eine Infektion der Frakturregion und speziell des Knochens war vor der routinemäßigen Einführung der antibiotischen Infektionsprophylaxe eine schwerwiegende und häufig auftretende Komplikation (Schwameis et al., 1996). Noch im vorigen Jahrhundert verstarben 60% der Patienten mit offenen Frakturen an Infektionen (Ehalt, 1968). Das Risiko eine Infektion zu erleiden ist dabei abhängig vom Schweregrad der Fraktur und von der Tatsache, ob es sich um eine geschlossene oder um eine offene Fraktur handelt. Dabei entsteht bei offenen Frakturen eine Verbindung von der Knochenfraktur zur Haut- bzw. Schleimhautoberfläche, während diese bei geschlossenen Frakturen nicht vorhanden ist (Hansis und Arens, 1997). Unterkieferfrakturen innerhalb der Zahnreihe gelten dabei immer als offene Frakturen, da über den Parodontalspalt eine Verbindung zur Mundhöhle besteht (Neff et al., 2007). In anderen Bereichen der Chirurgie sind die Infektionsraten im Vergleich zu denen der Unterkieferfrakturen höher (Flückiger und Zimmerli, 2004). Bei offenen Frakturen betragen die Zahlen

der Fälle mit Infektion 3% im Bereich der oberen Extremitäten und bis zu 17% im Bereich der unteren Extremitäten (Roth et al., 1986).

Die Einführung einer prä-, peri- und postoperativen antibiotischen Infektionsprophylaxe hat zu einem deutlichen Rückgang von Infektionen geführt (Schwameis et al., 1996, Gillespie und Walenkamp, 2010, Mautsch, 1980). Erst dadurch wurde überhaupt eine (moderne) Osteosynthese im größeren Stil ermöglicht. Nach wie vor ist die Infektion im Frakturbereich eine der schwersten Komplikationen nach Unterkieferfrakturen.

Im Rahmen dieser Nachuntersuchung sollte deshalb insbesondere auf mögliche Risiken bei der Behandlung von Unterkieferfrakturen eingegangen werden. Um diesen vorzubeugen, befasste sich die vorliegende Arbeit mit den Komplikationen nach Unterkieferfrakturen. Da gerade Infektionen im Frakturbereich eine schwerwiegende Komplikation darstellen, wurde auf diese nochmals vertieft eingegangen.

Bei Betrachtung der Komplikationen, die nach Unterkieferfrakturen auftreten können, wurden in der vorliegenden Studie bei 13,9% der Patienten mit Unterkieferfrakturen Komplikationen festgestellt, bezogen auf die Frakturen waren bei 9,4% der Unterkieferfrakturen Komplikationen aufgetreten. Moreno und Mitarbeiter (Moreno et al., 2000) beschrieben in ihrer Studie eine Komplikationsrate von 16,4% bei den Patienten mit Unterkieferfrakturen. Sie schlossen Frakturen des Gelenkfortsatzes aus ihrem Patientenkollektiv aus. Folgende Komplikationen wurden in deren Studie insgesamt unterteilt: Infektion (8,2%), Nonokklusion (3,4%), verzögerte Wundheilung (1,3%), eingeschränkte Kieferöffnung (1,7%), Osteosyntheseplattenentfernung (2,2%), motorische Schwächen (0,9%), sensorische Beeinträchtigungen (0,4%) und störende Narben (0,4%). In einer Studie von Chuong und Mitarbeitern (Chuong et al., 1983) wurde eine Komplikationsrate von 11,8% bei Unterkieferfrakturen festgestellt. Chuong und Mitarbeiter verwendeten in ihrer Studie folgende Aufteilung der Komplikationen: Verzögerte Knochenheilung (3,1%), Pseudarthrose (1,1%), Nonokklusion (3,0%), Bruchspaltinfektion (1,9%), Wunddehiszenz (1,6%), Nervenläsion des N. facialis (0,8%) und Sinusitis der Kieferhöhle (0,3%). Der Bezug von einer Unterkieferfraktur zu einer Sinusitis der Kieferhöhle ist dabei fraglich. Sie berücksichtigten in ihrer Studie nicht die Läsionen des N. trigeminus, welche in der vorliegenden Studie den größten Anteil der Komplikationen ausmacht. Somit sind die Zahlen von 11,8% aus

dieser Studie und 13,9% in der vorliegenden Studie nur bedingt vergleichbar. Dagegen berichtete Bochlogyros (Bochlogyros, 1985) von einer allgemeinen Komplikationsrate von 21,5% bei Patienten mit Unterkieferfrakturen nach sowohl nicht operativer als auch operativer Therapie. Bei ihm wurden die Komplikationen unterteilt nach Infektion (7%), Nonokklusion (4,2%), hypertrophen Narben (0,5%), sensiblen Nervenläsionen (7,2%), verzögerter Knochenheilung (1,2%), Pseudarthrosen (0,8%) und Trismus (0,6%). Die Infektionen machen einen deutlich höheren Anteil aus als in der vorliegenden Studie. Dagegen zeigt die Studie von Bochlogyros einen geringeren Anteil an sensiblen Nervenläsionen. In einer neueren Studie von 2016 wurden die Komplikationen von Odom und Snyder-Warwick (Odom und Snyder-Warwick, 2016) nach folgenden Kriterien unterschieden: Blutung, Okklusionsstörung, Pseudarthrose, freiliegendem Osteosynthesematerial und Infektion. Hierbei zeigte sich im Vergleich zu der vorliegenden Arbeit eine höhere Komplikationsrate von 15,9%. Die Studie von Odom und Snyder-Warwick lässt Nervenläsionen dabei unberücksichtigt. Diese machten in der vorliegenden Studie den höchsten Anteil aus. Die hohe Komplikationsrate ist wahrscheinlich auf die hohe Infektionsrate zurückzuführen, auf welche hier noch eingegangen wird.

Infektionen im Frakturbereich traten in dieser Studie bei insgesamt acht der 324 Patienten auf, was 2,5% entspricht. Betrachtet man die Frakturanzahl als Bezugsgröße entspricht dies einer Komplikationsrate von 1,6%. Peled und Mitarbeiter berichteten in ihrer Studie (Peled et al., 1996) von lokalen Infektionen bei 2% der Patienten mit Unterkieferfrakturen. Bei dieser Studie wurden allerdings nur Frakturen eingeschlossen, welche mit Miniplattenosteosynthesen versorgt wurden. Patienten mit isolierten Frakturen des Gelenkfortsatzes wurden in der Studie nicht berücksichtigt, weswegen ein Vergleich hier schwierig ist. Ähnlich ist es bei Chuong und Mitarbeitern (Chuong et al., 1983), welche bei sieben von 372 Frakturen, also 1,9%, eine Infektion feststellten und ebenfalls Gelenkfortsatzfrakturen aus der Studie ausschlossen. Bei drei der sieben Patienten wurde die Infektion bereits präoperativ diagnostiziert. Diese Infektionen wurden in der vorliegenden Studie nur zu den Patienten mit Infektion im Frakturbereich gezählt, wenn die Infektion auch noch nach der primären Behandlung bestand. Andere Studien zeigten auch höhere Infektionsraten. Iizuka und Mitarbeiter (Iizuka et al., 1991) berichteten in ihrem Untersuchungskollektiv von einer Infektionsrate von 6,1%. In diese Studie wurden aber nur Frakturen eingeschlossen, welche mit einer operativen Versorgung behandelt wurden. In der bereits erwähnten Studie von Moreno und Mitarbeitern

(Moreno et al., 2000) wurde ein Anteil von 8,2% an Infektionen bei Patienten mit Unterkieferfrakturen exklusive der Gelenkfortsatzfrakturen beschrieben, was einen deutlich höheren Anteil ausmacht als in der vorliegenden Studie. Hier ist der Anteil 2,7% exklusive der Gelenkfortsatzfrakturen. Vergleichbare Zahlen mit Moreno und Mitarbeitern zeigten Odom und Snyder-Warwick (Odom und Snyder-Warwick, 2016) mit einem Wert von insgesamt 8,6% an Infektionen. Hierbei waren auch die Auswahlkriterien für eine Infektion ähnlich der vorliegenden Studie. Weiterhin teilten sie die Patienten in zwei Gruppen ein, in Kinder (unter 16) und Erwachsene (16 Jahre und älter). Es darf bezweifelt werden, ob es sinnvoll ist hier die Grenze bei einem Lebensalter von 16 Jahren zu ziehen, da ab dem Durchbruch des zweiten Molaren (ca. im zwölften Lebensjahr) der Unterkiefer eine erwachsene Form hat und in den meisten Zentren Unterkieferfrakturen ab dem zwölften Lebensjahr wie bei ausgewachsenen Patienten behandelt werden. Kinder unter zwölf Jahren weisen frakturtypische Besonderheiten auf und erfahren daher oft eine andere Therapie der Unterkieferfraktur als Erwachsene (siehe S. 15, S. 20 und S. 22). Die 8,6% beziehen sich aber noch auf beide Gruppen. Betrachtet man die pädiatrische Gruppe, wurde hier eine Infektionsrate von 5,6% errechnet, bei den Erwachsenen 9,4%. Die geringere Zahl bei der pädiatrischen Gruppe führten sie auf das osteogene Potential, weniger Begleiterkrankungen und schnellerer Wundheilung bei Kindern zurück. Die höhere Infektionsrate in der Studie von Odom und Snyder-Warwick ist eventuell auf die lange Zeit zwischen Unfall und operativer Behandlung zurückzuführen. Hierbei wurde durchschnittlich erst nach 7,7 Tagen die Osteosyntheseversorgung durchgeführt (in der Erwachsenenengruppe). Bei den Patienten mit Infektion erst nach 8,2 Tagen. Hier wurde keine statistische Relevanz errechnet, allerdings ist die Zeit bis zur operativen Versorgung doch sehr hoch. Domingo und Mitarbeiter (Domingo et al., 2016) beschreiben das Auftreten von Wundinfektionen mit einem Wert von 10,6%, was ebenfalls einem deutlich höheren Wert entspricht als dem in der vorliegenden Studie berichteten Wert von 2,5%. Allerdings waren die klinischen Kriterien von Domingo und Mitarbeitern zum Einschluss einer postoperativen Wundinfektion weiter gefasst: neueinsetzende Schmerzen, Schwellung beziehungsweise ein Erythem im Operationsbereich, eine eitrige Drainage, Wunddehiszenz, Abszess oder Fistel, Pseudarthrose, die Notwendigkeit einer Inzision oder Drainage, notwendige Entfernung von Osteosynthesematerial und die Anwendung zusätzlicher postoperativer Antibiotika. In der vorliegenden Studie waren Kriterien für eine Infektion Schwellung und

Abszedierung im Bereich der Unterkieferfraktur nach erfolgter operativer aber auch nicht operativer Behandlung. Pseudarthrosen wurden hier einzeln betrachtet und machten einen Anteil von 0,6% der Patienten aus. Ein Vergleich der beiden Studien ist deshalb hier schwierig. Zwar werden in der Studie von Domingo und Mitarbeitern auch die einzelnen Infektionskriterien aufgeführt, da hier aber auch eine Mehrfachnennung erfolgt, können die Patientenzahlen nur bedingt verglichen werden.

Eine Trigeminiisläsion erlitten postoperativ insgesamt 5,9% der Patienten. Dabei handelte es sich um iatrogen bedingte Läsionen, welche erst postoperativ auftraten. Trigeminiisläsionen wurden in temporäre (bis zu sechs Monate andauernde) und protrahierte (länger als sechs Monate andauernde) Nervenschädigungen unterteilt. Temporäre Läsionen des N. trigeminus traten dabei bei 12 Patienten auf, also bei 3,7% aller Patienten (2,4% aller Frakturen), während protrahierte Läsionen dieses Nerven bei sieben der 324 Patienten festgestellt wurden, also 2,2% aller Patienten (1,4% aller Frakturen). Da in einigen Studien Nervenläsionen nicht berücksichtigt wurden ist hier ein direkter Vergleich schwierig. Bochlogyros (Bochlogyros, 1985) unterteilt in seiner Studie die Nervenläsionen seiner Patienten nach Anästhesie (3,2%), Hypästhesie (2,6%) und Parästhesie (1,4%). In dem hier vorgestellten Kollektiv war dagegen der Anteil der Frakturen bei denen eine Hypästhesie festgestellt wurde deutlich höher (3,5%) als bei den Frakturen mit Anästhesie (0,2%). Eine Parästhesie trat in dem Kollektiv überhaupt nicht auf. Dass die Ergebnisse beim Anteil der Parästhesie sehr weit auseinanderliegen, kann damit zusammenhängen, dass die sensiblen Empfindungen der Patienten sehr subjektiv sind und in dem vorgestellten Kollektiv nicht weiter auf Parästhesien eingegangen wurde. Die Ergebnisse der Hypästhesien und Anästhesien sind weitgehend vergleichbar. Insgesamt gibt Bochlogyros die postoperativ aufgetretenen Nervenschädigungen mit 7,2% an. Dabei wurden diejenigen Nervenläsionen in die Studie mit einbezogen, die länger als drei Monate andauerten. Seemann und Mitarbeiter (Seemann et al., 2011) veröffentlichten eine Studie, die allerdings nur Frakturen der Paramedian-, Korpus- und Symphysenregion einschloss. Bei Paramedian- und Korpusfrakturen wurde bei 24,8% ein mildes Nerventrauma beschrieben, während bei 7,4% der Frakturen eine permanente Nervschädigung auftrat. In der Studie wurde auch keine Unterscheidung in Läsionen des N. trigeminus und des N. facialis vorgenommen. Zählt man in der vorliegenden Studie die Nervenläsionen zusammen, kommt man auf 5,9% aller Unterkieferfrakturen

(3,7% Läsionen des N. trigeminus und 2,2% Läsionen des N. facialis). In der Studie von Seemann und Mitarbeitern wurden auch die Nervenläsionen, die bereits vor den Operationen bestanden, die also durch das Trauma ausgelöst wurden, nicht von den Nervenläsionen unterschieden, welche erst postoperativ auftraten. Dies erklärt den hohen Anteil an Nervenläsionen.

Unter einer Läsion des N. facialis litten in der vorliegenden Studie elf Patienten, was bezogen auf das Gesamtkollektiv 3,4% der 324 Patienten (2,2% der 511 Frakturen) ausmacht. Dabei entstanden alle Läsionen iatrogen über die Anlage eines äußeren Zugangs während der Operation. Acht Patienten mit Fazialisläsion erlitten ein temporäres (2,5% aller Patienten und 1,6% aller Frakturen) bis zu sechs Monate andauerndes Nerven trauma und drei ein protrahiertes (0,9% aller Patienten und 0,6% aller Frakturen) über sechs Monate hinaus bestehendes Nerven trauma. Bei allen elf Patienten bestand die Komplikation bei einer Gelenkfortsatzfraktur. Dies entspricht einem Anteil an den Gelenkfortsatzfrakturen von 5,5%. Diese Gelenkfortsatzfrakturen wurden operativ über einen transkutanen Zugang versorgt. In einer Studie von Neff und Mitarbeitern (Neff et al., 1999) wurde bei insgesamt 143 operativen Zugängen zur Gelenkwalze oder zum hohen Gelenkfortsatz bei sechs Frakturen (4,2% der operativ versorgten Gelenkfortsatzfrakturen) eine permanente und bei 16 Frakturen (11% der operativ versorgten Gelenkfortsatzfrakturen) eine temporäre Läsion des N. facialis diagnostiziert. Dabei gingen sie davon aus, dass der hohe Anteil an permanenten Fazialisläsionen durch den operativen Zugang entstand, welcher im Verlauf der Studie modifiziert wurde und dann bessere Ergebnisse erbrachte. Lamphier und Mitarbeiter erheben in ihrer Studie (Lamphier et al., 2003) unter Einschluss aller Unterkieferfrakturtypen einen Anteil von 2,9% an Fazialisläsionen bei 594 Frakturen. Chuong und Mitarbeiter (Chuong et al., 1983) stellten bei drei von 372 Unterkieferfrakturen eine Fazialisläsion fest (0,8%). Die Gelenkfortsatzfrakturen wurden dabei aber ausgeschlossen. Zwei der Fazialisläsionen wurden anscheinend durch das Anlegen eines transkutanen Zugangs ausgelöst. Der andere Patient erlitt eine nach extraoral offene Kieferwinkelfraktur, welche wahrscheinlich die Nervenläsion verursachte. Bei der Studie wurden nur Nervenläsionen gezählt, welche länger als zwei Monate bestanden und keine signifikante Besserung zeigten. Im Gegensatz dazu wurden in der vorliegenden Studie alle Nervenläsionen, welche länger als einen Monat anhielten, eingeschlossen, unabhängig von Besserung und Schwere der Läsion. Dies und die Tatsache, dass operativ versorgte Gelenkfortsatzfrakturen

eingeschlossen sind erklärt die höhere Rate im vorliegenden Kollektiv. Zusätzlich muss hier auch der gewählte operative Zugang betrachtet werden. Die transorale Versorgung der Kiefergelenkfortsatzfrakturen wurde in der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der LMU München erst ab 2007 begonnen. Gegenwärtig wird ein transoraler Zugang bei der Osteosyntheseversorgung als Mittel der Wahl angewandt, da postoperative Komplikationen bei transkutanen Zugängen vermehrt auftreten, wie Läsionen des N. facialis aber auch postoperative Infektionen (Zhang et al., 2016, Hsueh et al., 2016). Bei stark dislozierten Frakturen und Trümmerfrakturen im Bereich der Kiefergelenkfortsätze und der Gelenkwalzenfrakturen muss allerdings auch heute oft noch ein transkutaner Zugang gewählt werden, da hier eine bessere Übersicht während der Operation gewährleistet ist und dadurch eine einfachere Reposition der Fragmente und Osteosyntheseversorgung sichergestellt ist. Hier werden inzwischen Schnittführungen verwendet, welche über möglichst gering dimensionierte Inzisionen die Gefahr einer Nervenläsion oder einer Speichelfistel minimieren und auch ein besseres kosmetisches Ergebnis ermöglichen (Garcia-De Marcos, 2018).

Eine Speichelfistel wurde in der vorliegenden Studie bei 0,6% (drei Frakturen) der 511 Frakturen festgestellt. Dieser Wert wurde in einer anderen Studie von de Matos und Mitarbeitern von 2010 ähnlich beschrieben, welche einen Wert von 1% ausmachten (De Matos et al., 2010). In deren Studie wurden wie in der vorliegenden alle Typen von Unterkieferfrakturen mit berücksichtigt (ausgenommen der Alveolarfortsatzfrakturen). Sie bezogen sich dabei auf ein Zeitintervall von 40 Monaten und analysierten 201 Unterkieferfrakturen. Vogt und Mitarbeiter veröffentlichten 2005 eine Studie (Vogt et al., 2005), bei der nur Kollumbasisfrakturen über einen transparotidealen Zugang versorgt wurden. Sie beschrieben dabei ein Kollektiv von 48 Patienten mit 52 Kollumbasisfrakturen. Postoperativ wurden dann vier Speichelfisteln (7,8%) festgestellt. Der höhere Prozentanteil hängt wahrscheinlich mit der Frakturart und dem ausschließlich angewandten transparotidealen Zugang zusammen, weshalb hier ein Vergleich schwierig ist. In die vorliegende Studie wurden alle Frakturlokalisationen eingeschlossen mit den jeweils verschiedenen operativen Zugängen. Bezogen auf die operativ versorgten Gelenkfortsatzfrakturen wurde bei zwei der 86 Frakturen postoperativ eine Speichelfistel festgestellt (2,3%).

Eine Okklusionsstörung wurde bei 1,2% (sechs Frakturen) der 511 (1,9% der 324 Patienten) Frakturen nach Behandlung festgestellt. Peled und Mitarbeiter berichten in ihrer Studie über die Versorgung von Unterkieferfrakturen mit Miniplattenosteosynthese von 2,8% Okklusionsstörungen bei 143 Patienten (Peled et al., 1996). Chuong und Mitarbeiter kommen in ihrer Studie auf einen Wert von 3% bei 372 Frakturen (Chuong et al., 1983). Interessant ist der von ihnen erklärte signifikante Zusammenhang von Okklusionsstörungen und Frakturen des Unterkieferramus. Auch Bochlogyros berichtet in seiner Studie im Zeitraum 1960-1980 über diese Komplikation (Bochlogyros, 1985). 4,2% seiner Patienten zeigten eine Okklusionsstörung. Der höhere Wert lässt sich aber dadurch erklären, dass sich die Behandlungsmethoden inzwischen verbessert haben. Dies zeigt sich auch in dem Umstand, dass nur 9,1% der 853 Patienten eine offene Reposition und Fixation erfuhren, während dies in der vorliegenden Studie bei 69,1% der 324 Patienten der Fall war.

Bei einem Vergleich der Altersverteilung der Patienten mit Komplikationen mit dem gesamten Patientenkollektiv konnte in der vorliegenden Studie kein Zusammenhang festgestellt werden. Patienten, welche eine Komplikation erlitten, waren aber durchschnittlich sechs Jahre älter als solche ohne eine Komplikation. Dies lässt den Schluss zu, dass bei älteren Patienten mit Unterkieferfrakturen eine höhere Gefahr besteht eine Komplikation zu erleiden als bei jüngeren Patienten. Leider konnte hier keine vergleichbare Studie gefunden werden.

Die Anzahl der Frakturen pro Patient hatte in der vorliegenden Studie einen Einfluss auf das Auftreten von Komplikationen. Dabei zeigte sich, dass Patienten mit einfacher Unterkieferfraktur ein geringeres Risiko aufwiesen eine Komplikation zu erleiden als Patienten mit zweifacher oder dreifacher Fraktur. Zu demselben Ergebnis kamen Odom und Snyder-Warwick (Odom und Snyder-Warwick, 2016).

In der vorliegenden Studie wurde kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Frakturlokalisation und dem Auftreten einer Komplikation festgestellt. Dieses Ergebnis wird in einer Studie von Chuong und Mitarbeitern bestätigt (Chuong et al., 1983). Sie präsentierten, außer bei der Verbindung von Ramusfrakturen und Okklusionsstörungen, auch keinen Zusammenhang zwischen Frakturlokalisation und Komplikation.

In der vorliegenden Studie wurden auch die Therapiearten bei Unterkieferfrakturen untersucht. Dabei konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Komplikation und den verschiedenen Therapiearten hergestellt werden ($p < 0,0001$). Somit besteht bei einer nicht operativen Therapie mittels mandibulo-maxillärer Fixation eine geringere Gefahr einer Komplikation als bei jeder anderen in dem untersuchten Kollektiv durchgeführten Therapien. Dieses Ergebnis konnte in anderen Studien bestätigt werden (Lamphier et al., 2003, Moreno et al., 2000). Bei einer kombinierten operativ - nicht operativen Therapie ist die Wahrscheinlichkeit höher, dass eine Komplikation entsteht. Diese Analyse schließt aber nicht die Schwere der Fraktur mit ein. Bei einem höheren Dislokationsgrad der Unterkieferfraktur ist das Komplikationsrisiko erhöht, was in der vorliegenden Studie bestätigt wurde. Gerade bei stark dislozierten Unterkieferfrakturen bestand ein höheres Risiko einer Komplikation. In anderen Studien wurde dieses Ergebnis bestätigt (Moreno et al., 2000). Edwards und Mitarbeiter zeigten in ihrer Studie, dass Frakturen mit höherem Schweregrad stärker gefährdet sind eine Komplikation zu entwickeln, was aber auch mit der Therapie der Frakturen zusammenhängt (Edwards et al., 1994). Stark dislozierte Frakturen und Trümmerfrakturen werden ja meist operativ versorgt. In der vorliegenden Studie war keine der Frakturen mit Komplikation eine Trümmerfraktur. Allerdings war nur eine der 511 Frakturen aus dem Gesamtkollektiv eine Trümmerfraktur.

Acht der 324 Patienten in der vorliegenden Studie entwickelten eine Infektion im Frakturbereich. Bei Gegenüberstellung des Alters der Patienten bei Diagnosestellung und dem Auftreten einer Infektion im Frakturbereich konnte ein Zusammenhang festgestellt werden. Bei den Patienten, die nach der Behandlung keine Bruchspaltinfektion aufwiesen, lag der Median bei 25 Jahren. Dagegen wiesen die Patienten, bei denen eine Infektion im Frakturbereich diagnostiziert wurde, einen Median von 38,5 Jahren auf. Mehra und Mitarbeiter (Mehra et al., 2009) bestimmten in ihrer Studie das Alter ihrer Patienten mit Infektion. Diese waren dabei durchschnittlich 44 Jahre alt. Auch in ihrer Studie zeigte sich also ein höheres Alter der Patienten mit Infektion im Frakturbereich. Somit haben ältere Patienten bei Unterkieferfrakturen ein höheres Risiko eine Infektion zu entwickeln. Auch bei Gordon und Mitarbeitern (Gordon et al., 2011), Hindawi und Mitarbeitern (Hindawi et al., 2011) und Luz und Mitarbeitern (Luz et al., 2013) waren die Patienten mit Infektion im Bereich des Frakturspalts älter als in der Vergleichsgruppe ohne Infektion.

Sowohl bei der Frakturlokalisation als auch bei der Anzahl der Unterkieferfrakturen konnte kein Einfluss auf das Auftreten einer Infektion im Frakturbereich festgestellt werden. Auch Stone und Mitarbeiter (Stone et al., 1993) konnten bei Patienten mit mehreren Unterkieferfrakturen kein höheres Risiko erkennen, eine Infektion im Frakturbereich zu entwickeln, als bei Patienten mit nur einer Fraktur. Sie führten das darauf zurück, dass in ihrer Studie bei Patienten mit mehreren Frakturen oft nur eine offene Fraktur auftrat und die restlichen Frakturen geschlossen waren, beispielsweise assoziierte Gelenkfortsatzfrakturen. Dagegen zeigten Odom und Snyder-Warwick (Odom und Snyder-Warwick, 2016) in ihrer Studie, dass das Risiko einer Infektion bei einer höheren Anzahl an Unterkieferfrakturen steigt.

Bei den sieben in dieser Studie dokumentierten Frakturen mit Infektion im Frakturbereich innerhalb der Zahnreihe, ausgenommen der einen Gelenkfortsatzfraktur, wurde bei sechs Frakturen ein Zahn im Bruchspalt festgestellt. Es konnte kein Zusammenhang zwischen Infektion und Zahn im Bruchspalt festgestellt werden. Bei vier der sechs Unterkieferfrakturen wurde der Zahn im Bruchspalt belassen. Diese Thematik wurde in den letzten Jahrzehnten viel diskutiert und dadurch verfeinert, so dass nun die Vorgehensweise bei Zähnen im Bruchspalt klarer definiert ist. Chuong und Mitarbeiter erklärten 1983 (Chuong et al., 1983), dass gut erhaltene im Bruchspalt belassene Zähne die Fixation der Unterkieferfraktur erleichtern können. Thaller und Mabourakh (Thaller und Mabourakh, 1994) erörterten, dass die Extraktion eines Zahnes im Bruchspalt abhängig ist von Zahnmobilität, Wurzelfrakturen, freigelegten Wurzeloberflächen, der Mundhygiene und dem allgemeinen Gesundheitszustand der Patienten. Shetty und Freymiller (Shetty und Freymiller, 1989) stellten dabei einen Leitfaden für Zähne im Frakturspalt zusammen: Unversehrte Zähne ohne Lockerungs- und Entzündungszeichen und impaktierte Molaren sollten im Bruchspalt belassen werden. Zähne mit durch die Fraktur freigelegtem Apex oder mit einer Frakturlinie, die von apikal bis zur Schleimhautgrenze reicht, sollten entfernt werden. Bei größeren parodontalen Verletzungen mit frakturierten Zahnfächern und tiefen parodontalen Taschen sollten die Zähne extrahiert werden. Nach Cienfuegos und Mitarbeitern (Cienfuegos et al., 2018b) besteht eine Indikation zur Extraktion von Zähnen, wenn die Zähne aus dem Knochenfach luxiert sind beziehungsweise wenn die Zähne eine Reposition der Fraktur beeinträchtigen würden, wenn Zähne frakturiert sind, wenn Zähne ausgedehnt kariös sind, da sie sonst eventuell ein Abszessrisiko im weiteren Behandlungsverlauf darstellen, wenn Zähne

fortgeschritten parodontal geschädigt sind und durch die erhöhte Mobilität kein Beitrag zu einer stabilen Okklusion geleistet werden kann und wenn Zähne eine bereits vorhandene Erkrankung aufweisen wie beispielsweise eine Zyste oder Perikoronitis. Dagegen sollten die Zähne belassen werden, wenn sie eine korrekte Repositionierung der Fraktur nicht behindern, wenn eine Zahnentfernung mit einer größeren Knochenentfernung einhergehen würde, so dass eine Platten-Schraubeninsertion schwieriger wird und wenn die Zähne klinisch ohne sichtbare Krankheitszeichen sind, so dass eine stabile Okklusion und Reponierung möglich ist. Dies zeigt, dass eine Extraktion der Zähne von verschiedenen Faktoren abhängt und jede Unterkieferfraktur somit individuell betrachtet werden muss.

In der vorliegenden Studie konnte kein Zusammenhang zwischen der Therapieart und dem Auftreten einer Infektion im Frakturbereich festgestellt werden. Auch der Dislokationsgrad zeigte hier keinen Zusammenhang. Stone und Mitarbeiter (Stone et al., 1993) beschrieben in ihrer Arbeit eine geringere Infektionsrate bei nicht operativ versorgten Unterkieferfrakturen. Dabei kamen sie zu der Schlussfolgerung, dass nur weniger schwerwiegende Frakturen nicht operativ behandelt werden und somit eine geringere Infektionsrate entsteht. Auch Domingo und Mitarbeiter (Domingo et al., 2016) berichten in ihrer Studie von einer signifikanten höheren Gefahr einer Infektion bei operativ behandelten Unterkieferfrakturen. In der Studie von Gordon und Mitarbeitern (Gordon et al., 2011) wird auf den Zusammenhang zwischen dem Dislokationsgrad der Fraktur, der Therapieform und dem Auftreten einer Infektion nach einer Unterkieferfraktur eingegangen. Dabei konnte kein Unterschied zwischen nicht operativ mittels mandibulo-maxillärer Fixation versorgten Frakturen und operativ versorgten Frakturen festgestellt werden. In der vorliegenden Studie wurde bei fünf Patienten mit Korpus- oder Paramedianfrakturen eine operative Frakturversorgung mit zwei Osteosyntheseplatten vorgenommen. In neueren Studien wird allerdings beschrieben, dass die Versorgung bei diesen Frakturarten mit nur einer stabileren Osteosyntheseplatte ausreichend ist und bessere postoperative Ergebnisse zeigt (Wunddehiszenz, freiliegendes Osteosynthesematerial, eine notwendige Osteosyntheseplattenentfernung und Verletzung der Zahnwurzeln). Die Versorgung mit einer größer dimensionierten Osteosyntheseplatte stellt somit eine gute Alternative dar, welche noch den Vorteil einer geringeren Operationszeit aufweist (Ellis, 2011, Raut et al., 2017, Pickrell et al., 2017).

Bei einzelner Betrachtung der Patienten in dieser Studie ist auffällig, dass vor allem individuelle Risikofaktoren eine Rolle spielen. Dabei zeigt sich, dass meist ein multifaktorielles Geschehen eine Infektion im Frakturbereich zu begünstigen scheint. In allen acht Fällen von Infektionen im Frakturbereich konnten solche Risikofaktoren festgestellt werden. Diese sind zwar nicht statistisch relevant, offenbaren aber doch ein mögliches erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer Infektion im Frakturbereich.

In der vorliegenden Arbeit wurde bei drei von acht Patienten erst nach über vier Tagen posttraumatisch eine Versorgung durchgeführt. Eine verzögerte Therapie nach einem Trauma kann das Risiko einer Infektion im Frakturbereich erhöhen. Gerade Frakturen im zahntragenden Abschnitt des Unterkiefers stellen ja eine offene Fraktur dar. Keime aus der Mundhöhle können so in den Bruchspalt eindringen und ihn infizieren (Austermann, 2002). Moreno und Mitarbeiter und Adekeye und Mitarbeiter bestätigen den Zusammenhang Infektion im Frakturbereich und verzögerte Versorgung einer Unterkieferfraktur in ihrer Studie (Moreno et al., 2000, Adekeye, 1980). Stone und Mitarbeiter und Iizuka und Mitarbeiter zeigten dagegen in ihren Studien keine erhöhte Infektionsrate bei verspäteter Versorgung (Stone et al., 1993, Iizuka et al., 1991), genau wie Domingo und Mitarbeiter (Domingo et al., 2016) und Odom und Snyder-Warwick (Odom und Snyder-Warwick, 2016). Odom und Snyder-Warwick schreiben, dass durchschnittlich erst nach 7,7 Tagen die Osteosyntheseversorgung durchgeführt wurde (in der Erwachsenenengruppe). Bei den Patienten mit Infektion erst nach 8,2 Tagen. Hier wurde keine statistische Relevanz errechnet, allerdings ist die Zeit bis zur operativen Versorgung deutlich erhöht. Da in der vorliegenden Studie kein Vergleich zur Kontrollgruppe hergestellt wird ist eine Gegenüberstellung hier schwierig.

Mangelnde Compliance zeigten Patienten mit Infektion im Frakturbereich in der vorliegenden Studie beispielsweise durch mehrere nicht eingehaltene Operationstermine oder Nachsorgetermine, unregelmäßige oder fehlende Einnahmen der antibiotischen Infektionsprophylaxe und (oder) vorzeitiges Verlassen des Krankenhauses entgegen ärztlichen Rat. Auch Stone und Mitarbeiter (Stone et al., 1993) berichten in ihrer Studie über den Zusammenhang zwischen mangelnder Compliance und dem Auftreten von Infektionen nach der Behandlung von Unterkieferfrakturen. Sie beziehen sich dabei hauptsächlich auf das vorzeitige Lösen der mandibulo-maxillären Fixation durch den Patienten selbst.

Alkohol- und Tabakabusus erhöhen zusätzlich das Risiko einer Infektion nach der Behandlung von Unterkieferfrakturen. Dies bestätigten auch Furr und Mitarbeiter (Furr et al., 2006) in ihrer Studie über Komplikationen nach der Therapie von Unterkieferfrakturen. Patienten mit Alkohol- und Tabakabusus zeigten dabei gegenüber der Vergleichsgruppe ein signifikant erhöhtes Risiko, an einer Infektion zu erkranken. Tabakabusus gaben in deren Studie 83,3% der Patienten mit Komplikationen an, im Gegensatz zu 57,7% der Patienten ohne Komplikationen. Alkoholabusus wurde bei den Patienten ohne Komplikationen mit 50,2% angegeben und bei den Patienten mit Komplikationen mit 77,8%. Beide Faktoren zeigten ein signifikant erhöhtes Risiko an eine Komplikation zu erleiden. Kirkpatrick und Mitarbeiter (Kirkpatrick et al., 2003) zeigten in ihrer Studie einen Zusammenhang. Alle fünf Patienten mit postoperativer Infektion gaben einen starken Tabakabusus an. Auch Domingo und Mitarbeiter (Domingo et al., 2016) zeigten in ihrer Studie einen signifikanten Zusammenhang zwischen Alkohol- und Tabakabusus und dem Auftreten einer postoperativen Infektion. Odom und Snyder-Warwick (Odom und Snyder-Warwick, 2016) bestätigten dies ebenfalls für den Faktor Tabakabusus.

Ein reduzierter Allgemeinzustand und Grunderkrankungen, wie chronische Hepatitis C, eingeschränkte Nierenfunktion und Diabetes mellitus Typ I, gehen mit einer ungünstigen Abwehrlage einher. Dadurch ist unter anderem auch die Wund- und Knochenheilung beeinflusst, was eine Infektion begünstigt. Auch Malanchuk und Kopchak (Malanchuk und Kopchak, 2007) zeigten in ihrer Studie einen Zusammenhang von Vorerkrankungen und Infektionen nach Unterkieferfrakturen.

Auch eine fehlende antibiotische Prophylaxe kann das Entstehen einer postoperativen Infektion begünstigen. Die heutzutage übliche Antibiotikagabe verhindert eine früher öfter aufgetretene Infektion (Schwameis et al., 1996, Gillespie und Walenkamp, 2010). Hier muss zwischen der perioperativen Antibiotikagabe und einer postoperativen Antibiotikagabe unterschieden werden. Furr und Mitarbeiter fanden in ihrer Studie keinen statistischen Zusammenhang zwischen der prophylaktischen Antibiotikagabe und dem Auftreten einer Infektion im Frakturbereich oder einer Komplikation bei Unterkieferfrakturen (Furr et al., 2006). Hindawi und Mitarbeiter (Hindawi et al., 2011) und Lovato und Mitarbeiter (Lovato und Wagner, 2009) konnten in ihrer Studie keinen statistischen Beweis für die Wirksamkeit einer postoperativen Antibiotikagabe ableiten. Auch Domingo und

Mitarbeiter bestätigen dies in ihrer Studie (Domingo et al., 2016). Eine perioperative Antibiotikagabe wird allerdings weiterhin empfohlen.

Eine präoperativ bereits infizierte Unterkieferfraktur stellt ebenso ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer postoperativen Infektion im Frakturbereich dar. Kirkpatrick und Mitarbeiter (Kirkpatrick et al., 2003) erwähnten dies in ihrer Studie. Acht ihrer 42 Patienten zeigten eine präoperative Infektion. Bei drei dieser acht Patienten war die Infektion auch nach der Therapie persistierend. Fischer-Brandies und Mitarbeiter beschrieben in einer älteren Studie, dass eine mangelhafte oder verspätete Erstversorgung von Unterkieferfrakturen Infektionen begünstigt (Fischer-Brandies und Dielert, 1984). Dieses Ergebnis wird von Malanchuk und Mitarbeitern bestätigt (Malanchuk und Kopchak, 2007).

Somit ist zusammenfassend festzuhalten, dass beim Auftreten einer Infektion im Frakturbereich vor allem individuelle Faktoren eine Rolle spielen.

5 Zusammenfassung

Die Traumatologie des Gesichtsschädels und insbesondere die Behandlung von Unterkieferfrakturen spielt heutzutage im Bereich der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie eine wichtige Rolle. Um mögliche Risiken bei der Behandlung von Unterkieferfrakturen zu erkennen und diesen vorzubeugen befasste sich die vorliegende Arbeit mit den Komplikationen nach Unterkieferfrakturen. Da gerade eine Infektion im Frakturbereich hierbei eine schwerwiegende Komplikation darstellt, wurde auf diese Problematik nochmals vertieft eingegangen.

In dieser Arbeit wurden die Akten von 324 Patienten mit Unterkieferfrakturen ausgewertet, welche im Zeitraum vom 01. Januar 2003 bis 31. Dezember 2007 in der Klinik und Poliklinik der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der LMU München behandelt wurden. Dabei waren 222 (68,5%) Männer und 102 (31,5%) Frauen. Der Altersdurchschnitt aller Patienten lag bei Diagnosestellung bei 31,1 Jahren bei einer Standardabweichung von 17,199 Jahren. Der jüngste Patient war drei Jahre alt, der älteste 87 Jahre. Von den 324 Patienten erlitten 162 (50,0%) eine einfache Fraktur, 137 (42,3%) eine doppelte Fraktur und 25 (7,7%) eine dreifache Fraktur. Bei diesen 324 Patienten wurden insgesamt 511 Unterkieferfrakturen gezählt. 199 Frakturen waren Gelenkfortsatzfrakturen (38,9%), 111 Paramedianfrakturen (21,7%), 88 Kieferwinkelfrakturen (17,2%), 46 Korpusfrakturen (9%), 33 Gelenkwalzenfrakturen (6,5%), 18 Ramusfrakturen (3,5%), 14 Medianfrakturen (2,7%) und zwei Muskelfortsatzfrakturen (0,4%). Von den 259 Frakturen im zahntragenden Bereich wurde bei 241 Frakturen ein Zahn im Bruchspalt (93,1%) festgestellt. 18 Frakturen (6,9%) zeigten keinen Zahn im Bruchspalt. 180 der 511 Frakturen (35,2%) waren nicht disloziert, während 251 Frakturen (49,1%) disloziert waren. 80 Frakturen (15,7%) zeigten eine starke Dislokation. Von den 511 Frakturen wurden 285 (55,8%) rein operativ versorgt. 140 Frakturen (27,4%) wurden ausschließlich nicht operativ mittels Ruhigstellung über eine mandibulo-maxilläre Fixation therapiert. Bei 56 Frakturen (11%) erfolgte die Behandlung über eine kombinierte Therapie mittels Plattenosteosynthese und postoperativer mandibulo-maxillärer Fixation. Ausschließlich mit weicher Kostform wurden 30 Unterkieferfrakturen (5,9%) behandelt.

Im Laufe der Nachbehandlung wurde bei insgesamt 45 der 324 Patienten mindestens eine Komplikation festgestellt, was einer Gesamtkomplikationsrate von 13,9% bezogen auf das Patientenkollektiv entspricht. Dabei wurden folgende

Komplikationen beobachtet: Infektionen im Frakturbereich, Nervenläsionen des N. alveolaris inferior und des N. facialis, Pseudarthrosen, intraoral freiliegendes, gelockertes oder frakturiertes Osteosynthesematerial, Okklusionsstörungen und Speichelfisteln. Insgesamt wurden 56 Komplikationen bei den 45 Patienten festgestellt. Trigemini-Läsionen wurden dabei bei 19 Frakturen (3,7% aller Frakturen), Fazialis-Läsionen bei elf Frakturen (2,2% aller Frakturen), Bruchspaltinfektionen bei acht Frakturen (1,6% aller Frakturen), Okklusionsstörungen bei sechs Frakturen (1,2% aller Frakturen), gelockertes Osteosynthesematerial bei vier Frakturen (0,8% aller Frakturen), Speichelfisteln bei drei Frakturen (0,6% aller Frakturen), Pseudarthrosen bei zwei Frakturen (0,4% aller Frakturen), frakturiertes Osteosynthesematerial bei zwei Frakturen (0,4% aller Frakturen) und freiliegendes Osteosynthesematerial bei einer Fraktur (0,2% aller Frakturen) festgestellt. Betrachtet man die Frakturen einzeln wurden bei 49 Frakturen Komplikationen festgestellt. Bezogen auf die 511 Frakturen wurde somit eine Komplikationsrate von 9,6% berechnet. Trigemini- und Fazialis-Läsionen wurden zusätzlich in temporäre (bis zu sechs Monate andauernde) und protrahierte (über sechs Monate hinaus bestehende) Nervenschädigungen unterteilt. Temporäre Läsionen des N. trigeminus traten dabei bei 12 Frakturen auf (2,4% aller Frakturen), während protrahierte Läsionen dieses Nerven bei sieben Frakturen diagnostiziert wurden (1,4% aller Frakturen). Bei acht Frakturen mit Fazialis-Läsion wurde ein temporäres (1,6% aller Frakturen) und bei drei Frakturen ein protrahiertes Nerventrauma (0,6% aller Frakturen) festgestellt. Bei den 45 Patienten, die nach der Behandlung eine Komplikation aufwiesen, waren 32 Patienten männlich und 13 weiblich. Dies entspricht einem Verhältnis von Männern zu Frauen von 2,5:1. Dabei konnte kein statistischer Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Komplikation und dem Geschlecht festgestellt werden.

Das durchschnittliche Alter der Patienten mit Komplikationen betrug 32,7 Jahre mit einer Standardabweichung von 12,194. Bei der statistischen Auswertung konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter der Patienten und dem Auftreten einer Komplikation festgestellt werden. Der Medianwert der Patienten mit Unterkieferfraktur, die keine Komplikation erlitten, lag bei 25 Jahren, während er bei den Patienten mit Komplikationen 31 Jahre betrug. Somit zeigten ältere Patienten bei Unterkieferfrakturen ein höheres Komplikationsrisiko, auch wenn statistisch keine Signifikanz berechnet wurde. Die Anzahl der Frakturen pro Patient hatte in der vorliegenden Studie einen Einfluss auf das Auftreten von Komplikationen. Dabei

zeigte sich, dass Patienten mit einfacher Unterkieferfraktur ein geringeres Risiko aufwiesen eine Komplikation zu erleiden (8,6% aller 162 Patienten mit einfachen Frakturen) als Patienten mit zweifacher (19,0% aller 137 Patienten mit zweifacher Fraktur) oder dreifacher Fraktur (20,0% aller 25 Patienten mit dreifacher Fraktur).

Eine ausschließlich operative Versorgung wurde bei 35 Frakturen (12,3% von allen 285 rein operativ versorgten Frakturen) mit Komplikation durchgeführt, während bei zehn Frakturen (17,9% aller 56 kombiniert versorgten Frakturen) mit Komplikation eine kombiniert operativ - nicht operative Therapie erfolgte. Lediglich sechs Frakturen erfuhren eine rein nicht operative Therapie mittels mandibulo-maxillärer Fixation (2,1% aller 140 nicht operativ mittels mandibulo-maxillärer Fixation versorgten Frakturen). Bei einer Fraktur mit Komplikation war als Therapie weiche Kost verordnet worden (3,3% aller 30 nicht operativ mittels weicher Kost versorgten Frakturen). Der hohe Anteil an operativ versorgten Frakturen mit Komplikation kann dadurch entstanden sein, dass viele Komplikationen Nervenläsionen sind. Dabei konnte auch ein signifikanter Unterschied zwischen dem Auftreten einer Komplikation und der jeweiligen Therapieart festgestellt werden. Bei einer nicht operativen Therapie mittels Ruhigstellung über mandibulo-maxilläre Fixation bestand somit eine geringere Komplikationsgefahr.

Der Dislokationsgrad muss beim Auftreten von Komplikationen ebenfalls berücksichtigt werden. Die vorliegende Studie zeigte, dass besonders bei stark dislozierten Unterkieferfrakturen das Risiko einer Komplikation steigt. Da stark dislozierte Frakturen meist operativ versorgt werden müssen lässt sich der Zusammenhang zwischen Therapie und Komplikation herstellen. Hinsichtlich der Komplikationsrate besteht ein signifikanter Unterschied zwischen einem nicht bis gering dislozierten und einem starken Dislokationsgrad. Bei nicht dislozierten Frakturen existiert eine geringere Komplikationsrate (3,9% aller 180 nicht dislozierten Frakturen) als bei dislozierten (12% aller 251 dislozierten Frakturen) und stark dislozierten Frakturen (15,0% aller 80 stark dislozierten Frakturen).

Insgesamt wiesen acht der 324 Patienten (2,5%) eine Infektion im Frakturbereich auf. Bezogen auf die Frakturanzahl (n=511) macht dies einen Anteil von 1,6% aus. Von den acht Patienten waren sechs männlich und zwei weiblich. Durchschnittlich waren die Patienten mit Infektion 38,3 Jahre alt bei einer Standardabweichung von 6,69. Bei Gegenüberstellung des Alters der Patienten und dem Auftreten einer Infektion im Frakturbereich konnte ein signifikanter Zusammenhang festgestellt

werden. Die Patienten bei denen eine Infektion im Frakturbereich diagnostiziert wurde wiesen einen Median von 38,5 Jahren auf. Ältere Patienten mit Unterkieferfrakturen tragen somit ein höheres Risiko eine Infektion im Frakturbereich zu entwickeln. Von den acht Patienten mit Infektion wiesen zwei eine einfache Unterkieferfraktur und sechs eine doppelte Unterkieferfraktur auf. Bei der Anzahl der Frakturen konnte kein Zusammenhang nachgewiesen werden ebenso wie bei der Frakturart. Sechs der sieben Frakturen mit Infektion im Frakturbereich innerhalb der Zahnreihe zeigten einen Zahn im Bruchspalt (2,5% aller Frakturen mit Zahn im Bruchspalt), während bei einer Fraktur kein Zahn im Bruchspalt vorlag (5,5% aller Frakturen ohne Zahn im Bruchspalt). Zwei Zähne wurden im Zuge der primären Frakturbehandlung entfernt. Bei vier Patienten mit Infektion im Frakturbereich wurde der Zahn im Bruchspalt bei der primären Frakturbehandlung belassen. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen dem Auftreten einer Infektion im Frakturbereich und einem Zahn im Bruchspalt festgestellt werden. Von den Frakturen, beziehungsweise von den Patienten mit Infektion im Frakturbereich, wurden sechs durch eine rein operative Versorgung behandelt (2,1% aller 285 rein operativ versorgter Frakturen). Eine Unterkieferfraktur wurde kombiniert operativ - nicht operativ mittels Osteosynthese und zusätzlicher postoperativer mandibulo-maxillärer Fixation therapiert (1,8% aller 56 kombiniert versorgten Frakturen) und bei einer Fraktur wurde eine nicht operative Behandlung über weiche Kost verordnet (3,3% aller 30 nicht operativ mittels weicher Kost versorgten Frakturen). Keine Fraktur mit Infektion im Frakturbereich wurde mittels mandibulo-maxillärer Fixation versorgt. Hier ist aber anzumerken, dass die nicht operative Therapie lediglich bei nicht bzw. nur leicht dislozierten Unterkieferfrakturen durchgeführt wurde. Eine ausschließliche Überwachung ist nur bei nicht dislozierten Frakturen sinnvoll. Es konnte kein Zusammenhang zwischen dem Dislokationsgrad und dem Auftreten einer Komplikation hergestellt werden.

Bei der Analyse der Patienten mit Infektion im Frakturbereich fällt auf, dass insbesondere individuelle Risikofaktoren eine begünstigende Rolle gespielt haben: verzögerte Versorgung der Unterkieferfraktur, mangelnde Compliance, Zahn im Bruchspalt, reduzierter Allgemeinzustand, Allgemeinerkrankungen (wie z. B. chronische Hepatitis C, eingeschränkte Nierenfunktion und Diabetes mellitus Typ I), Alkohol- und Tabakabhängigkeit, eine präoperativ bereits infizierte Unterkieferfraktur, fehlende antibiotische Prophylaxe, unzureichende Mundhygiene und zu gering dimensionierte Osteosyntheseplatten. Drei Patienten zeigten nur

einen Risikofaktor, zwei Patienten zeigten zwei Risikofaktoren, zwei Patienten zeigten drei Risikofaktoren und ein Patient zeigte vier Risikofaktoren für eine Infektion im Frakturbereich. Durchschnittlich wurden also 2,1 Risikofaktoren für Infektionen im Bereich des Frakturspalts pro Patient festgestellt.

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass das Auftreten einer Infektion im Frakturbereich nach Unterkieferfrakturen verglichen mit einer Infektion im Frakturbereich nach Extremitätenfrakturen ein eher seltenes Ergebnis darstellt. Dies liegt wohl an der günstigeren Durchblutungssituation des Gesichtsschädels im Vergleich zum Extremitätenknochen. Außerdem wurde gezeigt, dass eine Infektion im Frakturbereich vorwiegend durch ein multifaktorielles Geschehen begünstigt wird. Meist liegen bei Patienten mit postoperativer Infektion im Bereich des Frakturspalts gleich mehrere Risikofaktoren für das Auftreten einer Infektion im Bereich des Frakturspalts vor. Risikofaktoren müssen demnach erkannt und speziell in die Therapie eingebracht werden. Bei jedem Patienten muss also individuell über ein optimales Behandlungskonzept entschieden werden.

6 Literaturverzeichnis

- Adekeye, E. O. 1980. The pattern of fractures of the facial skeleton in Kaduna, Nigeria : A survey of 1,447 cases. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 49, 491-495.
- Agnihotri, A., Prabhu, S. und Thomas, S. 2014. A comparative analysis of the efficacy of cortical screws as lag screws and miniplates for internal fixation of mandibular symphyseal region fractures: a randomized prospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 43, 22-28.
- Al-Moraissi, E. A. und Ellis, E., 3rd 2015. Surgical treatment of adult mandibular condylar fractures provides better outcomes than closed treatment: a systematic review and meta-analysis. *J Oral Maxillofac Surg* 73, 482-93.
- Altmann, I. S. und Gundlach, K. K. 1992. Mandibular condyle fractures in childhood--the clinico-roentgenological follow-up. *Deutsche Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde mit Zentralblatt*, 80, 269-273.
- Amaratunga, N. a. D. S. 1988. A comparative study of the clinical aspects of edentulous and dentulous mandibular fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 46, 3-5.
- Ao-Foundation. *Softwaretool: AO ComprehensiveInjury Automatic Classifier (AOCOIAAC)*, AO Foundation [Online]. Available: <https://www.aofoundation.org/Structure/resource/AO-OTA-Fracture-Dislocation-Classification/comprehensive-injury-automaticclassifier/Pages/Comprehensive-Injury-Automatic-Classifier.aspx>. [Accessed 06.03.2017].
- Austermann, K. H. 2002. Frakturen des Gesichtsschädels. In: Schwenzer, N. und Ehrenfeld, M. (eds.) *Spezielle Chirurgie*. Stuttgart-New York: Georg Thieme Verlag, 275-365
- Barry, R. G., Wolbert T. T., Gress T. W., Ray, P.D., Mozaffari, F. B. 2018. Outcomes After Open Recuction With Internal Fixation of Mandible Fractures. *J Craniofac Surg*, 29, 1237-1240.
- Bhatt, K., Roychoudhury, A., Bhutia, O., Trikha, A., Seith, A. und Pandey, R. M. 2010. Equivalence Randomized Controlled Trial of Bioresorbable Versus Titanium Miniplates in Treatment of Mandibular Fracture: A Pilot Study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 68, 1842-1848.
- Bochlogyros, P. N. 1985. A retrospective study of 1,521 mandibular fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43, 597-599.
- Bonkowski, V., Dammer, R., Ullrich, O.-W. und Weigel, B. 2005. Kopf und Hals. *Praxisbuch Unfallchirurgie*. Berlin Heidelberg: Springer, 51-59
- Bormann, K.-H., Wild, S., Gellrich, N.-C., Kokemüller, H., Stühmer, C., Schmelzeisen, R. und Schön, R. 2009. Five-Year Retrospective Study of Mandibular Fractures in Freiburg, Germany: Incidence, Etiology,

Treatment, and Complications. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67, 1251-1255.

Bundeskriminalamt. 2003. *Polizeiliche Kriminalstatistik 2003 Bundesrepublik Deutschland* [Online]. Available: https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/PolizeilicheKriminalstatistik/pksJahrbuecherBis2011/pks2003.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [Accessed 01.12.2018].

Bundeskriminalamt. 2018. *Bericht zur Polizeilichen Kriminalstatistik 2017* [Online]. Available: https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/PolizeilicheKriminalstatistik/2017/pks2017ImkBericht.pdf?__blob=publicationFile&v=2 [Accessed 01.12.2018].

Cascone, P., Leonardi, R., Marino, S. M. und Carnemolla, M. E. 2003. Intracapsular Fractures of Mandibular Condyle: Diagnosis, Treatment, and Anatomical and Pathological Evaluations. *Journal of Craniofacial Surgery*, 14, 184-191.

Champy, M. und Lodde, J. P. 1976. Synthèses en fonction des contraintes mandibulaires. *Revue de stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale*, 77, 971-979.

Champy, M. und Lodde, J. P. 1977. Etude des contraintes dans la mandibule fracturée chez l'homme. Mesures théoriques et vérification par jauges extensométriques in situ. *Revue de stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale*, 78, 545-556.

Champy, M., Lodde, J. P., Jaeger, J. H. und Wilk, A. 1976. Osteosyntheses mandibulaires selon la technique de Michelet. I-Bases biomécaniques. *Revue de stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale*, 77, 569-576.

Champy, M., Wilk, A. und Schnebelen, J. M. 1975. Die Behandlung der Mandibularfrakturen mittels Osteosynthese ohne intermaxilläre Ruhigstellung nach der Technik von F. X. Michelet *Deutsche Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde mit Zentralblatt*, 63, 339-341.

Chuong, R., Donoff, R. B. und Guralnick, W. C. 1983. A retrospective analysis of 327 mandibular fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 41, 305-309.

Chuong, R. und Piper, M. A. 1988. Open reduction of condylar fractures of the mandible in conjunction with repair of discal injury: A preliminary report. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 46, 257-262.

Cienfuegos, R., Cornelius, C.-P., Ellis, E., 3rd und Kushner, G. 2011a. *Angle and ramus, complex (basal triangle) Two plate fixation* [Online]. Available: http://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hng7BARydDRwML1yBXAyMvYz8zEwNPQwN3A30_j_zcVP1I_ShzhCp_bxNnAyMnT39PF2dTYwNnM_3InNT0xORK_YJsN0cAB0YCEQ!!/dl2/d1/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnB3LzZfQzBWUUFcMUEwR0dS

NTAySkowOFVIRzlwVDQ!/?segment=Mandible&bone=CMF&jsField=js_function&soloState=true&jsValue=selectIndicationOverviewImplant%28%27CMF%27%2c%20%27Mandible%27%2c%20%2791-Angle%20and%20ramus%2c%20complex%27%2c%20%27operative%27%2c%20%27ORIF%27%2c%20%27Two%20plates%20%28basal%20triangle%29%27%29&contentUrl=srg/91/02-Indications/3-F_Angle_triangle_AN32_two_plate.jsp [Accessed 20.09.2011].

Cienfuegos, R., Cornelius, C.-P., Ellis, E., 3rd und Kushner, G. 2011b. *Angle and ramus, complex ORIF* [Online]. Available: http://www2.aofoundation.org/wps/portal!/ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hng7BARYdDRwML1yBXAyMvYz8zEwNPQwN3A30_jzcVP1I_ShzhCp_bxNnAyMnT39PF2dTYwNnM_3lnNT0xORK_YJsN0cAB0YCEQ!!/dl2/d1/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnB3LzZfQzBWUUFMUEwR0dSNTAySkowOFVIRzlwVDQ!/?segment=Mandible&bone=CMF&jsField=js_function&soloState=true&jsValue=selectIndicationOverviewMethod%28%27CMF%27%2c%20%27Mandible%27%2c%20%2791-Angle%20and%20ramus%2c%20complex%27%2c%20%27operative%27%2c%20%27ORIF%27%29&contentUrl=srg/91/02-Indications/2-M_Angle_complex_ORIF.jsp [Accessed 20.09.2011].

Cienfuegos, R., Cornelius, C.-P., Ellis, E., 3rd und Kushner, G. 2011c. *Body, simple ORIF* [Online]. Available: http://www2.aofoundation.org/wps/portal!/ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hng7BARYdDRwML1yBXAyMvYz8zEwNPQwN3A30_jzcVP1I_ShzhCp_bxNnAyMnT39PF2dTYwNnM_3lnNT0xORK_YJsN0cAB0YCEQ!!/dl2/d1/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnB3LzZfQzBWUUFMUEwR0dSNTAySkowOFVIRzlwVDQ!/?segment=Mandible&bone=CMF&jsField=js_function&soloState=true&jsValue=selectIndicationOverviewMethod%28%27CMF%27%2c%20%27Mandible%27%2c%20%2791-Body%2c%20simple%27%2c%20%27operative%27%2c%20%27ORIF%27%29&contentUrl=srg/91/02-Indications/2-M_Body_simple_ORIF.jsp [Accessed 19.09.2011].

Cienfuegos, R., Cornelius, C.-P., Ellis, E., 3rd und Kushner, G. 2011d. *Lag screw* [Online]. Available: http://www2.aofoundation.org/wps/portal!/ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hng7BARYdDRwML1yBXAyMvYz8zEwNPQwN3A30_jzcVP2CbEdFADw8CUE!/dl2/d1/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnB3LzZfQzBWUUFMUEwMEE2MjAyTkczUE1WTTBHOTI!/?query=lag+screw&doQuery=Search&doQuery=Search&soloState=true&popupStyle=diagnosis&id=&contentUrl=&showDetails= [Accessed 21.09.2011].

Cienfuegos, R., Cornelius, C.-P., Ellis, E., 3rd und Kushner, G. 2011e. *Load bearing versus load sharing* [Online]. Available: http://www.aofoundation.org/wps/portal!/ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hng7BARYdDRwML1yBXAyMvYz8zEwNPQwN3A6B8JG55AyOSdBtYBLgZGDmZ-huaBACygeTx6_bzyM9N1S_IDY0od1RUBACWqcev/dl2/d1/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnB3LzZfQzBWUUFMUEwR0dSNTAySkowOFVIRzlwVDQ!/?segment=Mandible&bone=CMF&soloState=true&popupStyle=diagnosis&contentUrl=srg/popup/additional_material/91/X70_Load_bearing_vs_sharing.jsp [Accessed 05.03.2011].

- Cienfuegos, R., Cornelius, C.-P., Ellis, E., 3rd und Kushner, G. 2011f. *Mandible - Special considerations* [Online]. Available: http://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hng7BARYdDRwML1yBXAyMvYz8zEwNPQwN3A6B8JG55AyOSdBtYBLgZGDmZ-huaBAcYgeTx6_bzyM9N1S_IDY0od1RUBACWqcev/dl2/d1/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnB3LzZfQzBWUUFCEwOEVSRTAySjNONjQwSTEWzRzA!/?showPage=redfix&bone=CMF&segment=Mandible&classification=91-Special%20considerations&treatment=&method=Special%20considerations&implantstype=hidden&approach=&redfix_url=1285234128064#stepUnit-4 [Accessed 02.05.2011].
- Cienfuegos, R., Cornelius, C.-P., Ellis, E., 3rd und Kushner, G. 2011g. *Symphysis and parasymphysis, simple ORIF* [Online]. Available: http://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hng7BARYdDRwML1yBXAyMvYz8zEwNPQwN3A30_jzcVP1I_ShzhCp_bxNnAyMnT39PF2dTYwNnM_3InNT0xORK_YJsN0cAB0YCEQ!!/dl2/d1/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnB3LzZfQzBWUUFCEwR0dSNTAySkowOFVIRzlwVDQ!/?segment=Mandible&bone=CMF&jsField=js_function&soloState=true&jsValue=selectIndicationOverviewMethod%28%27CMF%27%2c%20%27Mandible%27%2c%20%2791-Symphysis%20and%20parasymphysis%2c%20simple%27%2c%20%27operative%27%2c%20%27ORIF%27%29&contentUrl=srg/91/02-Indications/2-M_Symph_simple_ORIF.jsp [Accessed 19.09.2011].
- Cienfuegos, R., Cornelius, C.-P., Ellis, E., 3rd und Kushner, G. 2012a. *Biomechanics of the mandible* [Online]. Available: http://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hng7BARYdDRwML1yBXAyMvYz8zEwNPQwN3A6B8JG55AyOSdBtYBLgZGDmZ-huaBAcYgeRjstvQwsDAM9TT2c_Yyc_AwMCEgG4_jzcVP2C3NDQIHJHRQCaDK7v/dl2/d1/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnB3LzZfQzBWUUFCEwR0dSNTAySkowOFVIRzlwVDQ!/?segment=Mandible&bone=CMF&soloState=true&popupStyle=diagnosis&contentUrl=srg/popup/additional_material/91/X72_biomechanics.jsp [Accessed 11.03.2012].
- Cienfuegos, R., Cornelius, C.-P., Ellis, E., 3rd und Kushner, G. 2012b. *Infected fractures with or without bone loss* [Online]. Available: http://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hng7BARYdDRwML1yBXAyMvYz8zEwNPQwN3A6B8JG55AyOSdBtYBLgZGDmZ-huaBAcYgeRjstvQwsDAM9TT2c_Yyc_AwMCEgG4_jzcVP2C3NDQIHJHRQCaDK7v/dl2/d1/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnB3LzZfQzBWUUFCEwOEVSRTAySjNONjQwSTEWzRzA!/?showPage=redfix&bone=CMF&segment=Mandible&classification=91-Special%20considerations&treatment=&method=Special%20considerations&implantstype=hidden&approach=&redfix_url=1285234127954 [Accessed 11.03.2012].
- Cienfuegos, R., Cornelius, C.-P., Ellis, E., 3rd und Kushner, G. 2012c. *Locking plate principles* [Online]. Available: http://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/c1/lc69DolwGIXha_EKvtNSSNeWYCIDRbQGwUwHY0jkZyB6-

9ZNWYw545M3OdRR3Bge_S0s_TSGO7XUZZccp73STMGYJgWvKkhfG
o6jiH7-cFk0RfTEZQKWAfyrXqnBqoast-
A63TFxqPnb_6klk4D1NneJdgDEj-
eunlYrzYP37VNtXsIkIpc!/dl2/d1/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnB3LzZfQzBWU
UFCMUEwR0dSNTAySkowOFVIRzlwVDQ!/?contentUrl=%2fsrg%2fpopu
p%2fadditional_material%2f91%2fX40_Lockplate_principles.jsp&popup
Style=diagnosis&soloState=true&bone=CMF&segment=Mandible&Back
Mode=true [Accessed 11.03.2012].

Cienfuegos, R., Cornelius, C.-P., Ellis, E., 3rd und Kushner, G. 2012d. *Plate types* [Online]. Available: http://www2.aofoundation.org/wps/portal!/ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hng7BARydDRwML1yBXAyMvYz8zEwNPQwN3A6B8JG55AyOSdBtYBLgZGDmZ-huaBAcYgeRJstvQwsDAM9TT2c_Yyc_AwMCEgG4_j_zcVP2C3NDQIHJHRQCaDK7v/dl2/d1/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnB3LzZfQzBWUUFCEMUEwR0dSNTAySkowOFVIRzlwVDQ!/?segment=Mandible&bone=CMF&soloState=true&popupStyle=diagnosis&contentUrl=srg/popup/additional_material/91/X97_plate_types.jsp [Accessed 11.03.2012].

Cienfuegos, R., Cornelius, C.-P., Ellis, E., 3rd und Kushner, G. 2014. *Plate types* [Online]. Available: https://www2.aofoundation.org/wps/portal!/ut/p/c0/04_SB8K8xLLM9MSzPy8xBz9CP0os3hng7BARydDRwN39yBTAYMvLwOLUA93I4MQE_2CbEdFAF3RnT4!/?segment=Mandible&bone=CMF&soloState=lyteframe&contentUrl=srg/popup/additional_material/91/X97_plate_types.jsp#JumpLabelNr4 [Accessed 17.05.2014].

Cienfuegos, R., Cornelius, C. P., Ellis, E., 3rd und Kushner, G. 2018a. *Load bearing versus load sharing* [Online]. Available: https://www2.aofoundation.org/wps/portal!/ut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKlvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmIFL1o2XzJPMDBHSVMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?bone=CMF&segment=Mandible&showPage=diagnosis [Accessed 23.11.2018 2018].

Cienfuegos, R., Cornelius, C. P., Ellis, E., 3rd und Kushner, G. 2018b. *Teeth in the line of fracture* [Online]. Available: https://www2.aofoundation.org/wps/portal!/ut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKlvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmIFL1o2XzJPMDBHSVMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?showPage=redfix&bone=CMF&segment=Mandible&classification=91-Special%20considerations&treatment=&method=Special%20considerations&implanttype=hidden&approach=&redfix_url=1285234127861 [Accessed 23.11.2018 2018].

Claudi, B. und Spiessl, B. 1975. Ergebnisse bei konservativer und operativer Behandlung von Unterkieferfrakturen (ohne Kollumfrakturen). *Fortschritte der Kiefer- und Gesichts-Chirurgie*, 19, 73-74.

- Cornelius, C. P., Audige, L. und Prein, J. 2017a. Die neue AO-CMF-Trauma-Klassifikation im Überblick. *Der MKG-Chirurg*, 10, 74-81.
- Cornelius, C. P., Neff, A., Thieringer, F. M., Kunz, C., Smolka, W., Reichert, T. E., Audige, L. und Prein, J. 2017b. Unterkieferfrakturen nach AO-CMF-Trauma-Klassifikation. *Der MKG-Chirurg*, 10, 104-112.
- Danis, R. 1949. Théorie et pratique de l'ostéosynthèse (Theory and practice of osteosynthesis). *Masson, Paris*.
- Depprich, R., Handschel, J., Hornung, J., Meyer, U. und Kübler, N. R. 2007. Ursachen, Therapie und Komplikationen bei der Frakturversorgung des Unterkiefers – eine retrospektive Analyse von 10 Jahren. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 11, 19-26.
- Diaconu, S. C., McNichols, C. H. L., Liang, Y., Orkoulas-Razis, D., Woodall, J., Rasko, Y. M., Grant, M. P. und Nam, A. J. 2018. Utility of Postoperative Mandibulomaxillary Fixation After Rigid Internal Fixation of Isolated Mandibular Fractures. *J Craniofac Surg* 29, 930-936.
- Domingo, F., Dale, E., Gao, C., Groves, C., Stanley, D., Maxwell, R. A. und Waldrop, J. L. 2016. A single-center retrospective review of postoperative infectious complications in the surgical management of mandibular fractures: Postoperative antibiotics add no benefit. *J Trauma Acute Care Surg*, 81, 1109-1114.
- Eckelt, U., Schneider, M., Erasmus, F., Gerlach, K. L., Kuhlisch, E., Loukota, R. A., Rasse, M., Schubert, J. und Terheyden, H. 2006. Open versus closed treatment of fractures of the mandibular condylar process-a prospective randomized multi-centre study. *Journal of cranio-maxillo-facial Surgery*, 34, 306-14.
- Eder, H., Schuster, T. und Weinberg, A.-M. 2010. Kopf. In: Weinberg, A.-M. und Schneidmüller, D. (eds.) *Unfallchirurgie bei Kindern: Kompendium der Kindertraumatologie*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 49-60
- Edwards, T. J. C., David, D. J., Simpson, D. A. und Abbott, A. H. 1994. The relationship between fracture severity and complication rate in miniplate osteosynthesis of mandibular fractures. *British Journal of Plastic Surgery*, 47, 310-311.
- Ehalt, W. 1968. *Unfallpraxis Knochenbrüche und ihre Folgen*, Berlin.
- Ehrenfeld, M., Roser, M., Hagenmaier, C. und Mast, G. 1996. Behandlung von Unterkieferfrakturen mit unterschiedlichen Fixationstechniken - Ergebnisse einer prospektiven Frakturenstudie. *Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 41, 67-71.
- Ellis, E., 3rd 2011. A study of 2 bone plating methods for fractures of the mandibular symphysis/body. *J Oral Maxillofac Surg* 69, 1978-87.

- Ellis, E., 3rd, Muniz, O. und Anand, K. 2003. Treatment Considerations for Comminuted Mandibular Fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*; 61.
- Ellis, E., 3rd. 2016. Discussion: Which Factors Are Associated with Open Reduction of Adult Mandibular Condylar Injuries? *Plast Reconstr Surg* 137, 1822-1823.
- Ernst, A., Herzog, M. und Seidl, R. O. 2004. Diagnostik von Verletzungen des Unterkiefers. *Traumatologie des Kopf-Hals-Bereiches*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 97-112
- Fischer-Brandies, E. und Dielert, E. 1984. The Infected Mandibular Fracture. *Archives of Orthopaedic and Traumatic Surgery* 103.
- Flückiger, U. und Zimmerli, W. 2004. Diagnosestellung und Verlaufsmonitoring der postoperativen bakteriellen Osteitis. *Der Orthopäde*, 33, 416-423.
- Furr, A. M. M. D., Schweinfurth, J. M. M. D. und May, W. L. P. 2006. Factors Associated with Long-Term Complications after Repair of Mandibular Fractures. *Laryngoscope*, 116, 427-430.
- Garcia-De Marcos, J. A. 2018. Minimal Incision Approach for Condyle Fracture Treatment. *J Maxillofac Oral Surg* 17, 636-637.
- Garcia-Guerrero, I., Ramirez, J. M., Gomez De Diego, R., Martinez_Gonzalez, J. M., Poblador, M. S., Lancho, J. L. 2018. Complications in the treatment of mandibular condylar fractures: Surgical versus conservative treatment. *Ann Anat*, 216, 60-68.
- Gear, A. J. L., Apasova, E., Schmitz, J. P. und Schubert, W. 2005. Treatment Modalities for Mandibular Angle Fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 63, 655-663.
- Gerlach, K. L. 2000. Resorbierbare Polymere als Osteosynthesematerialien. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 4, 91-102.
- Gerlach, K. L., Khouri, M., Pape, H.-D. und Champy, M. 1983. Die Ergebnisse der Miniplattenosteosynthese bei 1000 Unterkieferfrakturen an der Kölner und Straßburger Klinik. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 38.
- Ghazal, G., Jaquiéry, C. und Hammer, B. 2004. Non-surgical treatment of mandibular fractures--survey of 28 patients. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 33, 141-145.
- Gillespie, W. J. und Walenkamp, G. 2010. Antibiotic prophylaxis for surgery for proximal femoral and other closed long bone fractures (Review). *The Cochrane Library*.
- Girhofer, K. und Göz, G. 2002. TMJ Remodeling after Condylar Fracture and Functional Jaw Orthopedics A Case Report. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie*, 63, 429-434.

- Gordon, P. E., Lawler, M. E., Kaban, L. B. und Dodson, T. B. 2011. Mandibular Fracture Severity and Patient Health Status Are Associated With Postoperative Inflammatory Complications. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 69, 2191-2197.
- Gutwald, R. und Schmelzeisen, R. 2003. Traumatologie. In: Hausamen, J.-E. (ed.) *Curriculum Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie - Chirurgie Band III*. Berlin-Chicago-London-Kopenhagen-Paris-Barcelona-Mailand-Istanbul-Sao Paulo-Tokio-Neu-Delhi-Moskau-Prag-Warschau: Quintessenz-Verlag, 357-422
- Hammer, B., Schier, P. und Prein, J. 1997. Osteosynthesis of condylar neck fractures: a review of 30 patients. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 35, 288-291.
- Hansis, M. und Arens, S. 1997. Grundlagen der konservativen und operativen Frakturbehandlung. In: Durst, J. (ed.) *Traumatologische Praxis in einem Band. Standards in Diagnostik und Therapie für alle Fachgebiete*. Stuttgart, New York: Schattauer, 42
- Hansmann, H. 1886. Eine neue Methode der Fixierung der Fragmente bei komplizierten Frakturen. *Verh Dtsch Ges Chir*, 15, 134-139.
- Hausamen, J. E. und Schierle, H. P. 2000. Gesichtsschädelverletzungen. In: Trentz, O. (ed.) *Tscherne Unfallchirurgie, Band 2*. Berlin-Heidelberg-New York: Springer Verlag, 125-142
- Hindawi, Y. H. M. D., Oakley, G. M. M. D., Kinsella, C. R. J. M. D., Cray, J. J. P., Lindsay, K. M. S. N. und Scifres, A. M. M. D. 2011. Antibiotic Duration and Postoperative Infection Rates in Mandibular Fractures. *Journal of Craniofacial Surgery*, 22, 1375-1377.
- Hirschfelder, U., Müssig, D., Zschesche, S. und Hirschfelder, H. 1987. Funktionskieferorthopädisch behandelte Kondylusfrakturen—eine klinische und computertomographische Untersuchung. *Fortschritte der Kieferorthopädie*, 48, 504-515.
- Hochban, W., Ellers, M., Umstadt, H. E. und Juchems, K. J. 1996. Zur operativen Reposition und Fixation von Unterkiefergelenkfortsatzfrakturen von enoral. *Fortschritte der Kiefer- und Gesichts-Chirurgie*, 41, 80-85.
- Hölzle, F. und Kesting, M. 2007. Traumatologie des Gesichtsschädels. *Praxisleitfaden Zahnärztliche Chirurgie*. München: Elsevier GmbH, 151-159
- Horch, H.-H., Gerlach, K. L. und Pape, H.-D. 1983. Indikation und Grenzen der intraoralen Miniplattenosteosynthese bei Frakturen des aufsteigenden Unterkieferastes. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 38, 447-452.
- Hsueh, W. D., Schechter, C. B., Tien Shaw, I. und Stupak, H. D. 2016. Comparison of intraoral and extraoral approaches to mandibular angle fracture repair with cost implications. *Laryngoscope*, 126, 591-595.

- Iida, S., Kogo, M., Sugiura, T., Mima, T. und Matsuya, T. 2001. Retrospective analysis of 1502 patients with facial fractures. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2001; 30.
- Iizuka, T., Lindqvist, C., Hallikainen, D. und Paukku, P. 1991. Infection after rigid internal fixation of mandibular fractures: A clinical and radiologic study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 49, 585-593.
- Ikemura, K. 1985. Treatment of condylar fractures associated with other mandibular fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43, 810-813.
- Jäger, L. und Reiser, M. 2000. Computertomographie, Magnetresonanztomographie und Angiographie. In: Schwenzer, N. und Ehrenfeld, M. (eds.) *Allgemeine Chirurgie*. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 261-279
- Kallela, I., Söderholm, A.-L., Paukku, P. und Lindqvist, C. 1995. Lag-screw osteosynthesis of mandibular condyle fractures: A clinical and radiological study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 53, 1397-1404.
- Kirkpatrick, D., Gandhi, R. und Van Sickels, J. E. 2003. Infections associated with locking reconstruction plates: A retrospective review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 61, 462-466.
- Kolk, A. und Neff, A. 2015. Long-term results of ORIF of condylar head fractures of the mandible: A prospective 5-year follow-up study of small-fragment positional-screw osteosynthesis (SFPSO). *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 43, 452-461.
- Kontio, R., Suuronen, R., Ponkkonen, H., Lindqvist, C. und Laine, P. 2005. Have the causes of maxillofacial fractures changed over the last 16 years in Finland? An epidemiological study of 725 fractures. *Dental Traumatology* 2005, Volume 21, Issue 1.
- Kunz, C., Hammer, B. und Prein, J. 2001. Frakturen des zahnlosen atrophischen Unterkiefers. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 5, 227-232.
- Lamphier, J., Ziccardi, V., Ruvo, A. und Janel, M. 2003. Complications of mandibular fractures in an urban teaching center. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 61, 745-749.
- Lee, H.-B., Oh, J.-S., Kim, S.-G., Kim, H.-K., Moon, S.-Y., Kim, Y.-K., Yun, P.-Y. und Son, J.-S. 2010. Comparison of Titanium and Biodegradable Miniplates for Fixation of Mandibular Fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, In Press, Corrected Proof.
- Lee, K. H., Snape, L., Steenberg, L. J. und Worthington, J. 2007. Comparison between interpersonal violence and motor vehicle accidents in the aetiology of maxillofacial fractures. *ANZ Journal of surgery*, Volume 77, Issue 8, 695-698.

- Li, Z. und Li, Z.-B. 2010. Clinical characteristics and treatment of multiple site comminuted mandible fractures. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, In Press, Corrected Proof.
- Lindahl, L. 1977. Condylar fractures of the mandible: I. Classification and relation to age, occlusion, and concomitant injuries of teeth and teeth-supporting structures, and fractures of the mandibular body. *International Journal of Oral Surgery*, 6, 12-21.
- Loukota, R. A., Eckelt, U., Bont, L. D. und Rasse, M. 2005. Subclassification of fractures of the condylar process of the mandible. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43, 72-73.
- Loukota, R. A., Neff, A. und Rasse, M. 2010. Nomenclature/classification of fractures of the mandibular condylar head. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 48, 477-478.
- Lovato, C. und Wagner, J. D. 2009. Infection Rates Following Perioperative Prophylactic Antibiotics Versus Postoperative Extended Regimen Prophylactic Antibiotics in Surgical Management of Mandibular Fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67, 827-832.
- Luhr, H.-G. 2000. Entwicklung der modernen Osteosynthese. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 4, 84-90.
- Luhr, H. G. 1968. Zur stabilen Osteosynthese bei Unterkieferfrakturen. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 23, 754.
- Luhr, H. G. 1976. Ein Plattensystem zur Unterkieferrekonstruktion einschließlich des Gelenkersatzes. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 31, 747-748.
- Luhr, H. G. 1987. Vitallium Luhr systems for reconstructive surgery of the facial skeleton. *Otolaryngologic clinics of North America*, 20, 673-606.
- Luhr, H. G. 1992. *Specifications, indications, and clinical applications of the luhr vitallium maxillofacial systems*, Chicago, Butterworth-Heinemann.
- Luhr, H. G. und Hausmann, D. F. 1996. Ergebnisse der Kompressionsplattenosteosynthese mit intraoralem Zugang bei 922 Unterkieferfrakturen. *Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 41, 77-80.
- Luz, J. G., Moraes, R. B., D'avila, R. P. und Yamamoto, M. K. 2013. Factors contributing to the surgical treatment of mandibular fractures. *Braz Oral Res*, 27, 258-65.
- Malanchuk, V. O. und Kopchak, A. V. 2007. Risk factors for development of infection in patients with mandibular fractures located in the tooth-bearing area. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 35, 57-62.

- De Matos, F. P., Arnez, M. F. M., Sverzut, C. E. und Trivellato, A. E. 2010. A retrospective study of mandibular fracture in a 40-month period. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 39, 10-15.
- Mautsch, W. J. 1980. Die Kontamination von Operationswunden im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich mit Mikroorganismen. Tübingen.
- Mehra, P., Van Heukelom, E. und Cottrell, D. A. 2009. Rigid Internal Fixation of Infected Mandibular Fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67, 1046-1051.
- Merlet, F. L., Grimaud, F., Pace, R., Mercier, J. M., Poisson, M., Pare, A. und Corre, P. 2018. Outcomes of functional treatment versus open reduction and internal fixation of condylar mandibular fracture with articular impact: A retrospective study of 83 adults. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 119, 8-15.
- Metzger, M. C., Vogel, M., Hohlweg-Majert, B., Mast, H., Fan, X., Rüdell, A. und Schlager, S. 2011. Anatomical shape analysis of the mandible in Caucasian and Chinese for the production of preformed mandible reconstruction plates. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 39, 393-400.
- Michelet, F. X., Deymes, J. und Dessus, B. 1973. Osteosynthesis with miniaturized screwed plates in maxillo-facial surgery. *Journal of Maxillofacial Surgery*, 1, 79-84.
- Mommaerts, M. Y. und Engelke, W. 1986. Erfahrungen mit der Osteosyntheseplatte nach Champy/Lodde bei Unterkieferfrakturen. *Deutsche Zeitschrift für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 10, 94-101.
- Moreno, J., Fernández, A., Ortiz, J. und Montalvo, J. J. 2000. Complication rates associated with different treatments for mandibular fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 58, 273-280.
- Müller, W. 1976. Die Therapie der Gelenkfortsatzfrakturen. *Deutsche Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde mit Zentralblatt*, 64, 496-517.
- Naeem, A., Gemal, H. und Reed, D. 2017. Imaging in traumatic mandibular fractures. *Quant Imaging Med Surg* 7, 469-479.
- Neff, A., Chossegros, C., Blanc, J.-L., Champsaur, P., Cheynet, F., Devauchelle, B., Eckelt, U., Ferri, J., Gabrielli, M. F. R., Guyot, L., Koppel, D. A., Meyer, C., Müller, B., Peltomäki, T., Spallacia, F., Varoquaux, A., Wilk, A. und Pitak-Arnop, P. 2014. Position paper from the IBRA Symposium on Surgery of the Head - The 2nd International Symposium for Condylar Fracture Osteosynthesis, Marseille, France 2012. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 42, 1234-1249.
- Neff, A., Cornelius, C. P., Rasse, M. und Audige, L. 2017. Kiefergelenkfortsatzfrakturen nach der AO-CMF-Trauma-Klassifikation. *Der MKG-Chirurg*, 10, 113-126.

- Neff, A., Kolk, A., Deppe, H. und Horch, H. H. 1999. Neue Aspekte zur Indikation der operativen Versorgung intraartikulärer und hoher Kiefergelenkluxationsfrakturen. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 3, 24-29.
- Neff, A., Kolk, A., Neff, F. und Horch, H.-H. 2002. Operative vs. konservative Therapie diakapitulärer und hoher Kollumluxationsfrakturen. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 6, 66-73.
- Neff, A., Pautke, C. und Horch, H.-H. 2007. Traumatologie des Gesichtsschädels. In: Horch, H. H. (ed.) *Mund- Kiefer- Gesichtschirurgie, Band 10*. München-Jena: Urban und Fischer Verlag, Elsevier GmbH, 57-181
- Niederdelmann, H. und Marmulla, R. 2000. Traumatologie. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 4, 103-109.
- Niederdelmann, H. und Schilli, W. 1972. Funktionsstabile Osteosynthese im Unterkiefer. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 27, 138-142.
- Odom, E. B. und Snyder-Warwick, A. K. 2016. Mandible Fracture Complications and Infection: The Influence of Demographics and Modifiable Factors. *Plast Reconstr Surg*, 138, 282-291.
- Pape, H.-D., Schippers, C. G., Gerlach, K. L. und Walz, C. 1996. Die Funktionsstabilität der Miniplattenosteosynthese nach Champy bei Kieferwinkelfrakturen. *Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 41, 94-96.
- Peled, M., Ardekian, L., Rachmiel, A., Abu El-Naaj, I. und Laufer, D. 1996. Complications of Miniplate Osteosynthesis in the Treatment of Mandibular Fractures. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 24, 86.
- Pickrell, B. B., Serebrakian, A. T. und Maricevich, R. S. 2017. Mandible Fractures. *Seminars in Plastic Surgery* 31, 100-107.
- Prein, J., Spiessl, B., Rahn, B. und Perren, S. M. 1975. Frakturheilung am Unterkiefer nach operativer Versorgung. *Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 19, 17-21.
- Punjabi, A. P. und Thaller, S. R. 1998. Late complications of mandibular fractures. *Operative Techniques in Plastic and Reconstructive Surgery*, 5, 266-274.
- Rasse, M. 2000. Neuere Entwicklungen der Therapie der Gelenkfortsatzbrüche der Mandibula. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 4, 69-87.
- Rasse, M., Koch, A., Traxler, H. und Mallek, R. 1993. Der Frakturverlauf von diakapitulären Frakturen der Mandibula-eine klinische Studie mit anatomischer Korrelation. *Zeitschrift für Stomatologie*, 90, 119-125.
- Raut, R., Keerthi, R., Vaibhav, N., Ghosh, A. und Kamath Kateel, S. 2017. Single Miniplate Fixation for Mandibular Symphysis and

Parasymphysis Fracture as a Viable Alternative to Conventional Plating Based on Champy's Principles: A Prospective Comparative Clinical Study. *J Maxillofac Oral Surg*, 16, 113-117.

- Reinert, S., Schwarz, M., Pourkermani, R. und Lentrodt, J. 1996. Spätergebnisse und Komplikationen der Unterkieferkompressionsosteosynthese mit intraoralem Zugang- eine 10-Jahres-Studie. *Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 41, 74-77.**
- Rössler, H. und Rütther, W. 2005. Normale und gestörte Knochenheilung. *Orthopädie und Unfallchirurgie*. München: Elsevier, Urban&FischerVerlag, 201**
- Roth, A. I., Fry, D. E. und Polk, H. C. 1986. Infectious Morbidity in Extremity Fractures. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care*, 26, 757-761.**
- Schiel, S., Smolka, W., Leiggenger, C., Kaeppler, G. und Cornelius, C.-P. 2012. „Open book“-Frakturen des Mandibularbogens: Bilaterale Gelenkfortsatzfrakturen in Kombination mit Paramedian-/Medianfrakturen des Unterkiefers. Operative Behandlungsstrategien. *OP-Journal*, 28, 194-210.**
- Schliephake, H., Lehmann, H., Kunz, U. und Schmelzeisen, H. 1993. Ultrastructural findings in soft tissues adjacent to titanium plates used in jaw fracture treatment. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 22, 20-25.**
- Schmelzeisen, R., Schliephake, H., Schultze-Mosgau, S. und Krause, A. 1996. 2,7-mm (AO-) oder 2,0-mm Miniplattenosteosynthese bei Unterkieferfrakturen. *Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 41, 88-90.**
- Schneider, M., Erasmus, F., Gerlach, K. L., Kuhlisch, E., Loukota, R. A., Rasse, M., Schubert, J., Terheyden, H. und Eckelt, U. 2008. Open Reduction and Internal Fixation Versus Closed Treatment and Mandibulomaxillary Fixation of Fractures of the Mandibular Condylar Process: A Randomized, Prospective, Multicenter Study With Special Evaluation of Fracture Level. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 66, 2537-2544.**
- Schug, T., Rodemer, H., Neupert, W. und Dumbach, J. 2000. Versorgung von Unterkiefertrümmer- und Defektfrakturen sowie von Frakturen atrophischer Unterkiefer mit Titangittern. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 4, 193-196.**
- Schwameis, E., Abdolvahab, F. und Wurnig, C. 1996. Osteomyelitis. Clinical aspects, diagnosis and therapy. *Der Radiologe*, 36, 823-833.**
- Seemann, R., Lauer, G., Poeschl, P. W., Schicho, K., Pirklbauer, M., Russmüller, G., Krennmair, G., Perisanidis, C., Ewers, R. und Klug, C. 2011. CROOMA, complication rates of operatively treated mandibular**

- fractures, paramedian and body. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 111, 449-454.
- Sherman, W. O. 1912. Vanadium steel bone plates and screws. *Surg Gynec Obstet*, 7, 629-634.
- Shetty, V. und Freymiller, E. 1989. Teeth in the line of fracture: A review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 47, 1303-1306.
- Siewert, J.-R. 2006. Chirurgie. Heidelberg: Springer-Verlag, 256
- Spiessl, B. und Schroll, K. 1972. Gelenkfortsatz- und Kieferköpfchenfrakturen. In: Nigst, H. (ed.) *Spezielle Frakturen- und Luxationslehre, Band I/1, Gesichtsschädel*. Stuttgart-New York: Georg Thieme Verlag, 136-152
- Statistisches Bundesamt. 2018. *Verkehrsunfälle Zeitreihen 2017* [Online]. Available: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/VerkehrsunfaelleZeitreihenPDF_5462403.pdf?__blob=publicationFile [Accessed 01.12.2018].
- Stone, I., Dodson, T. und Bays, R. 1993. Risk Factors for Infection Following Operative Treatment of Mandibular Fractures: A Multivariate Analysis. [Article]. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 91, 64-68.
- Thaller, S. und Mabourakh, S. 1994. Teeth Located in the Line of Mandibular Fracture. *Journal of Craniofacial Surgery*, 5, 16-19.
- Thieringer, F. M. und Prein, J. 2017. Das erste umfassende kranio-maxillofaziale Klassifikationssystem. *Der MKG-Chirurg*, 10, 72-73.
- Venable, C. S., Stuck, W. G. und Beach, A. 1937. The Effects on Bone of the Presence of Metals; Based Upon Electrolysis: An Experimental Study *Annals of Surgery*, 105, 952-968.
- Vogt, A., Roser, M. und Weingart, D. 2005. Der transparotideale Zugang zur operativen Versorgung von Collumfrakturen. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 9, 246-250.
- Wang, H. D., Susarla, S. M., Mundinger, G. S., Schultz, B. D., Yang, R., Bojovic, B., Christy, M. R., Manson, P. N., Rodriguez, E. D. und Dorafshar, A. H. 2016. Which Factors Are Associated with Open Reduction of Adult Mandibular Condylar Injuries? *Plast Reconstr Surg*, 137, 1813-21.
- Watzek, G., Fürhauser, R. und Mailath-Pokorny, G. 2009. Präimplantologische Festlegung von Implantatlänge und Position. In: Ehrenfeld, M. und Schwenzer, N. (eds.) *Zahnärztliche Chirurgie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 250
- Wiltfang, J. 2002. Osteosynthesesysteme in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. *HNO*, 50, 791-881.

- Wusiman, P., Tuerxun, J., Yaolidaxi, B. und Moming, A. 2017. Locking Plate System Versus Standard Plate Fixation in the Management of Mandibular Fractures: Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Craniofac Surg*, 28, 1456-1461.**
- Zhang, B. J., H., W. W. und Xu, B. 2016. Treatment of mandibular angle fracture through intraoral and extraoral approach: a comparative study. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* 25, 500-503.**

7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterteilung der einzelnen Frakturen (n=511).....	45
Tabelle 2: Therapieart bezogen auf den Dislokationsgrad der Frakturen (n=511). Die Prozentzahlen beziehen sich auf die Anzahl aller Frakturen	48
Tabelle 3: Komplikationen einzeln im Überblick.....	50
Tabelle 4: Komplikationsarten bezogen auf die Frakturlokalisation (n=56)	56
Tabelle 5: Therapieart der Frakturen mit Komplikation bezogen auf den Dislokationsgrad der Frakturen (n=49). Die Prozentzahl bezieht sich auf den Anteil der Frakturen an der jeweiligen Therapieart	61
Tabelle 6: Frakturarten der Patienten mit Infektion im Frakturbereich (n=8). Die infizierten Frakturen sind fett gedruckt dargestellt.	66
Tabelle 7: Therapieart der Frakturen mit Infektion im Frakturbereich bezogen auf den Dislokationsgrad der Frakturen (n=8). Die Prozentzahl bezieht sich auf den Anteil der Frakturen an der jeweiligen Therapieart.....	72
Tabelle 8: Anzahl der individuellen Risikofaktoren je Patient mit postoperativen Infektionen im Bereich des Frakturspalts (n=8)	90

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Medianfraktur der Mandibula (Cienfuegos et al., 2011g).....	8
Abbildung 2: Unterkieferkorpusfraktur (Cienfuegos et al., 2011c).....	8
Abbildung 3: Kieferwinkelfraktur der Mandibula (Cienfuegos et al., 2011b)	9
Abbildung 4: Aufteilung der Subregionen im Unterkiefer nach der AO-CMF-Trauma-Klassifikation (Cornelius et al., 2017b) von OPEN SOURCE AOCOIAC (Ao-Foundation)	10
Abbildung 5: Klassifikation nach Neff et al. (Neff et al., 1999).....	12
Abbildung 6: Die AO-Klassifikation von Kiefergelenkfortsatzfrakturen (Schiel et al., 2012)	14
Abbildung 7: Biomechanik des Unterkiefers (Cienfuegos et al., 2012a).....	22
Abbildung 8: Krafteinwirkung der Kaumuskulatur auf den Unterkieferknochen (Cienfuegos et al., 2012a).....	23
Abbildung 9: Druck- und Zugzone der Mandibula bei Krafteinwirkung (Cienfuegos et al., 2012a)	23
Abbildung 10: Lasttragende (A) und lastteilende (B) Osteosynthese (Cienfuegos et al., 2011e)	24
Abbildung 11: Das System der Locking-Platte/Schraube (Cienfuegos et al., 2012c).....	25
Abbildung 12: Wirkungsweise von Locking-Schrauben (Cienfuegos et al., 2012c).....	26
Abbildung 13: Wirkungsweise von konventionellen Schrauben (Cienfuegos et al., 2012c)	26
Abbildung 14: Mandibuläre Platten 2.0 (Cienfuegos et al., 2012d)	27
Abbildung 15: Verschiedene Ausführungen der Locking-Platte 2.0 medium (Cienfuegos et al., 2014)	27
Abbildung 16: Prinzip der Miniplattenosteosynthese (Austermann, 2002)	29
Abbildung 17: Die Kompressionsosteosynthese (Cienfuegos et al., 2012a)	30
Abbildung 18: Universal anwendbare Osteosyntheseplatte 2.4 (Cienfuegos et al., 2012d)	30
Abbildung 19: Zugschraubenosteosynthese (Cienfuegos et al., 2011d)	31
Abbildung 20: Geschlechterverteilung der Patienten (n=324).....	42
Abbildung 21: Altersverteilung der Patienten (n=324).....	43
Abbildung 22: Frakturanzahl der Patienten (n=324)	43
Abbildung 23: Frakturlokalisationen der Unterkieferfrakturen (n=511)	44

Abbildung 24: Prozentsatz der Zähne im Bruchspalt (n=259)	45
Abbildung 25: Dislokationsgrad der Unterkieferfrakturen (n=511).....	46
Abbildung 26: Therapieart der einzelnen Frakturen im Gesamtkollektiv (n=511)	48
Abbildung 27: OP-Zugänge der operativ versorgten Frakturen (n=353)	49
Abbildung 28: Komplikationsarten im Gesamtkollektiv (n=56)	50
Abbildung 29: Geschlechterverteilung bei Patienten mit Komplikationen (n=45)	51
Abbildung 30: Zusammenhang Geschlecht-Komplikation (n=324)	52
Abbildung 31: Altersverteilung der Patienten mit Komplikationen (n=45).....	53
Abbildung 32: Frakturanzahl bei Patienten mit Komplikationen (n=45)	54
Abbildung 33: Zusammenhang Frakturanzahl-Komplikation (n=324).....	55
Abbildung 34: Frakturlokalisationen der Unterkieferfrakturen mit Komplikationen (n=49)	56
Abbildung 35: Zusammenhang Frakturlokalisation-Komplikation (n=511).....	57
Abbildung 36: Therapieart der betroffenen Frakturen bei den Patienten mit Komplikationen (n=49)	58
Abbildung 37: Zusammenhang Therapieart-Komplikation (n=511)	59
Abbildung 38: Dislokationsgrad der Frakturen mit Komplikationen (n=49)	60
Abbildung 39: Zusammenhang Dislokation-Komplikation (n=511).....	61
Abbildung 40: OP-Zugänge der Frakturen mit Komplikationen (n=45).....	62
Abbildung 41: Geschlechterverteilung bei Patienten mit Infektion im Frakturbereich (n=8).....	63
Abbildung 42: Zusammenhang Geschlecht-Infektion im Frakturbereich (n=324)	63
Abbildung 43: Altersverteilung der Patienten mit Infektion im Frakturbereich (n=8)	64
Abbildung 44: Frakturanzahl der Patienten mit Infektion im Frakturbereich (n=8)	65
Abbildung 45: Zusammenhang Frakturanzahl-Infektion im Frakturbereich (n=324)	66
Abbildung 46: Frakturart der Unterkieferfrakturen mit Bruchspaltinfektion (n=8)	67
Abbildung 47: Zusammenhang Frakturart-Infektion im Frakturbereich (n=511)	68

Abbildung 48: Prozentsatz der Frakturen mit Infektion im Frakturbereich mit Zähnen im Bruchspalt (n=7)	69
Abbildung 49: Zusammenhang Zahn im Bruchspalt-Infektion im Frakturbereich (n=259).....	70
Abbildung 50: Primäre Therapie der ursächlichen Frakturen bei den Patienten mit Infektion im Frakturbereich (n=8)	70
Abbildung 51: Zusammenhang Therapieart-Infektion im Frakturbereich (n=511)	71
Abbildung 52:Zusammenhang Dislokation-Infektion im Frakturbereich (n=511)	72
Abbildung 53: OP-Zugänge der Frakturen mit Bruchspaltinfektion (n=7)	73
Abbildung 54: OPT von Patient 249 präoperativ	83
Abbildung 55: OPT von Patient 249, zwei Monate postoperativ.....	84
Abbildung 56: OPT von Patient 249, nach Reosteosynthese.....	84
Abbildung 57: OPT von Patient 296 präoperativ	88
Abbildung 58: OPT von Patient 296, einen Tag postoperativ.....	89
Abbildung 59: OPT von Patient 296, vier Monate postoperativ	89

9 Abkürzungsverzeichnis

AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
bds.	beidseits
d	Tag
ca.	circa
CT	Computertomographie
Lig.	Ligamentum
max	maximal
MMF	mandibulo-maxilläre Fixation
MRT	Magnetresonanztomographie
OP	Operation
OPT	Orthopantomogramm
Proc.	Processus
z. B.	zum Beispiel

10 Danksagung

Für die freundliche Bereitstellung des Themas dieser Arbeit danke ich Herrn Professor Dr. med. Dr. med. dent. Michael Ehrenfeld, Direktor der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Klinikums der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Bei meinem Betreuer Dr. med. Dr. med. dent. Sebastian Schiel bedanke ich mich für die vielfältigen fachlichen Anregungen, die Hilfe bei der praktischen Durchführung dieser Studie und die Korrektur dieser Arbeit.

Für die freundliche Unterstützung bei der Datenerhebung bedanke ich mich bei den Mitarbeitern der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Den Mitarbeitern des IBE der Ludwig-Maximilians-Universität München möchte ich für die Hilfe bei der statistischen Auswertung sehr herzlich danken.

Meinen Eltern, meinem Ehemann und meiner Schwester möchte ich für die liebevolle Unterstützung während der Erstellung dieser Arbeit danken.



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Promotionsbüro
Medizinische Fakultät



Eidesstattliche Versicherung

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt,
dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Ort, Datum

Franziska Kappler

Unterschrift Doktorandin bzw. Doktorand